

PATENT

Docket No. 12219/37

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS: Masahito WATANABE, et al.

SERIAL NO. : (Unassigned)

FILED : (Herewith)

FOR : IMAGING SYSTEM

COMMISSIONER FOR PATENTS

P. O. Box 1450

Alexandria, Virginia 22313

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

SIR:

The Convention Priority Date of Japanese Patent Application No. 2002-206733 filed in Japan on 16 August 2002, was claimed in the Declaration/Power of Attorney filed on even date hereof. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,



John C. Altmiller
(Reg. No. 25,951)

Dated: 15 July 2003

KENYON & KENYON
1500 K Street, N.W., Suite 700
Washington, DC 20005-1257

Tel: (202) 220-4200
Fax: (202) 220-4201

06/13503n

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月16日

出願番号

Application Number:

特願2002-206733

[ST.10/C]:

[JP2002-206733]

出願人

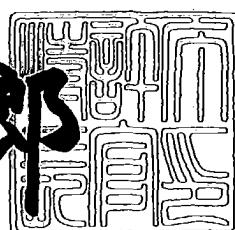
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

2003年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3041954

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00699

【提出日】 平成14年 7月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 宮内 裕司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 渡邊 正仁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 三原 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 宮島 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 野口 あづさ

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097777

【弁理士】

【氏名又は名称】 葦澤 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100088041

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部龍吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100092495

【弁理士】

【氏名又は名称】 蛭川昌信

【選任した代理人】

【識別番号】 100092509

【弁理士】

【氏名又は名称】 白井博樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100095120

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田亘彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100095980

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅井英雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100094787

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木健二

【選任した代理人】

【識別番号】 100091971

【弁理士】

【氏名又は名称】 米澤 明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014960

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102411

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置において、

前記開口絞りは絞り形状が固定であり、

前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上に、透過率の変更によって光量調整を行うフィルターが配されていることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 前記開口絞りは、変倍時若しくは合焦点動作の際に可変の空気間隔を挟む前後のレンズ群の間に配され、前記光量調整を行うフィルターは、前記空気間隔とは異なる位置に配されることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】 前記ズームレンズは、少なくとも負の屈折力のレンズ群と、その像側直後に配された正の屈折力のレンズ群を有し、広角端よりも望遠端において前記負の屈折力のレンズ群と前記正の屈折力のレンズ群との間隔が減少し、

前記開口絞りを前記負の屈折力のレンズ群の最も像側面から前記正の屈折力のレンズ群の像側面の間に配し、

前記光量調整を行うフィルターを前記開口絞りよりも像面側に配したことを特徴とする請求項1又は2記載の撮像装置。

【請求項4】 前記開口絞りとそれよりも像側の前記光量調整を行うフィルターの入射面との光軸上の距離を α 、前記光量調整を行うフィルターの入射面と前記電子撮像素子における撮像面までの光軸上での距離を β としたときに、常に以下の条件を満足することを特徴とする請求項1から3の何れか1項記載の撮像装置。

$$0.01 < \alpha / \beta < 1.3 \quad \cdots (1)$$

【請求項5】 各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有する

ズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置において、

前記開口絞りは絞り形状が固定であり、

前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上にシャッターが配されていることを特徴とする撮像装置。

【請求項6】 前記開口絞りは、変倍時若しくは合焦点動作の際に可変の空気間隔を挟む前後のレンズ群の間に配され、前記シャッターは、前記空気間隔とは異なる位置に配されることを特徴とする請求項5記載の撮像装置。

【請求項7】 前記ズームレンズは、少なくとも負の屈折力のレンズ群と、その像側直後に配された正の屈折力のレンズ群を有し、広角端よりも望遠端において前記負の屈折力のレンズ群と前記正の屈折力のレンズ群との間隔が減少し、

前記開口絞りを前記負の屈折力のレンズ群の最も像側面から前記正の屈折力のレンズ群の像側面の間に配し、

前記シャッターを前記開口絞りよりも像面側に配したことを特徴とする請求項5又は6記載の撮像装置。

【請求項8】 前記開口絞りとそれよりも像側の前記シャッターとの光軸上の距離を α' 、前記シャッターと前記電子撮像素子における撮像面までの光軸上の距離を β' としたときに、常に以下の条件を満足することを特徴とする請求項5から7の何れか1項記載の撮像装置。

$$0.01 < \alpha' / \beta' < 1.3 \quad \cdots (3)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、撮像装置に関し、特に、ズームレンズとCCD等の電子撮像素子を備えた撮像装置、とりわけ電子画像を得ることが可能なデジタルカメラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、ズームレンズと電子撮像素子を用いた撮像装置では、ズームレンズ

を通過する光量を調整するため、開口径を変化させるいわゆる可変絞りを用いることが主流であった。

【0003】

一方、画質の向上を目指して昨今の撮像素子の高画素化が進んでいる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

撮像素子の画素数が多くなると、光学系に要求される光学性能も高くなる。しかしながら、従来の可変絞りを用いる場合、絞り径を小さくして光量を調整しようとすると回折の影響により解像度が低下する問題を有しており、光量調整と高画質化の両立が困難であった。

【0005】

また、ズームレンズの全長を小さくしたい場合であっても、可変絞りの機械的構成による厚みが光学系全長の短縮化の制限となる場合もあった。

【0006】

本発明は以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、回折の影響を抑えて高画質を保ちつつ光量調整が行え、かつ、ズームレンズの全長の短縮化も可能とした撮像装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の第1の撮像装置は、各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置において、

前記開口絞りは絞り形状が固定であり、

前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上に、透過率の変更によって光量調整を行うフィルターが配されていることを特徴とするものである。

【0008】

この第1の撮像装置の作用を説明する。複数のレンズ群を備え、各群間の間隔

を変化させて変倍（焦点距離の変更）を行うズームレンズとその像側に電子撮像素子を備えた撮像装置において、光量調整はフィルターの透過率変更により行い、絞り形状を固定することで、従来絞り径を小さくしたときに生じる回折光による電子画像の劣化を抑えることができる。

【0009】

また、従来の絞り位置で光量を調整する機構では、絞り形状可変とする等の光量調整のための機構が光学系の配置の自由度を妨げる原因となっていたが、この発明の構成では、絞り形状が固定のものを用いているため、絞り機構自体の厚さを薄くできる。

【0010】

したがって、絞りを挟むレンズ群間隔を従来よりも短くすることができ、レンズ全長の短縮化も可能となる。

【0011】

なお、開口絞りはレンズ群の中、つまり変倍時に間隔が一定のレンズ間に位置していてもよい。また、開口絞りは必ずしも円形でなくても構わない。ただし、従前の可変絞りにあっては、常に円形の絞り形状とするために、多数の絞り板を用いていた。

【0012】

本発明において、さらに開口形状を円形絞りとすることで、光量調整の状態によらず非合焦部分の画像のむらを抑えた、いわゆる綺麗なボケ味を簡易な構成で得ることができるので、より好ましい。

【0013】

また、開口絞りで決定される軸外光束の主光線は、他の部位でケラレても構わない。つまり、一般に開口絞りの面積を小さくするタイプの光量調整手段では、絞り込んだときの画面周辺部の光量が極端に低下しない位置に配さなければならなかった。しかしながら、本発明ではその必要がないため、設計における自由度を高くすることが可能となる。

【0014】

また、形状が固定の開口絞りに関して、以下の形状とすることで解像度の高い

電子画像を得ることができる。

【0015】

すなわち、本発明の第2の撮像装置は、第1の撮像装置において、望遠端における開放F値Fが、前記電子撮像素子の最小画素ピッチa（単位mm）に対して
、 $1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} < F$ のとき、

撮像面の垂直方向又は水平方向の前記開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の前記開口絞りの長さに対して長いか、若しくは、

望遠端における開放F値Fが、前記電子撮像素子の最小画素ピッチa（単位mm）に対して、 $1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} > F$ のとき、

撮像面の垂直方向又は水平方向の前記開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の前記開口絞りの長さに対して短い、

ことを特徴とするものである。

【0016】

この第2の撮像装置の作用を説明する。例えば、画素ピッチの長さが $2 \mu\text{m}$ 前半になると、Fナンバーが5.6程度で回折限界になる。本発明では、絞りの形状が常に固定であるので、開口形状を任意に決めて解像度を高めることが可能となる。

【0017】

レーレー限界周波数は、使用する撮像レンズのFナンバーをF、使用する光の波長を λ （nm）とすると、おおむね $1 / 1.22 F \lambda$ で表される。

【0018】

一方、複数の画素を有する撮像素子の解像限界は $1 / 2 a$ （aは画素ピッチ：単位は全てmm）で表される。

【0019】

したがって、レーレー限界周波数が撮像素子の解像限界を越えて小さくならぬないようにするために、

$$1.22 F \lambda < 2 a$$

つまり、

$$F < 1.64 a / \lambda$$

を満足させることが条件となる。

【0020】

ここで、可視光線での撮影を鑑みて使用波長 $\lambda = 546$ (nm) とすると、

$$F < 3.0 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm}$$

が F 値の理論限界の条件式となる。

【0021】

一方、実際には、絞りを絞り込んで行くと、先の F 値に対して 2 段明るい状態から画像の劣化が確認される。

【0022】

したがって、

$$F < 1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm}$$

を F 値の限界の条件式としたほうが現実的である。

【0023】

このような状況に鑑みて、電子画像は水平・垂直方向の周波数特性を良くすることが画質向上に効果的であるため、開放 F 値が、 $1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} < F$ のとき、回折の影響を受け難いように、

撮像面の垂直方向又は水平方向の前記開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の前記開口絞りの長さに対して長い、ことが好ましい。

【0024】

一方、開放 F 値が、 $1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} > F$ のとき、幾何収差の影響を受け難いように、

撮像面の垂直方向又は水平方向の前記開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の前記開口絞りの長さに対して短い、ことが好ましい。

【0025】

さらに、従来使用していたローパスフィルターのカットオフ周波数を上げるか、若しくは、ローパスフィルターそのものをなくすことも可能となる。

【0026】

さらに、レンズ全長の短縮化のために、次のようにすることが望ましい。

【0027】

すなわち、本発明の第3の撮像装置は、第1の撮像装置において、前記ズームレンズにおける可変の空気間隔の中で最小の空気間隔、又は、一定の空気間隔の中で最も長い空気間隔中に前記フィルターを配したこと特徴とするものである。

【0028】

この第3の撮像装置の作用を説明する。このような構成により、変倍域中常に広い間隔を確保した箇所にフィルターを配することができる。そのため、レンズ全長の短縮化に有利となる。後述するように、シャッターを配する場合でも同様である。つまり、以下のように構成することが可能となる。

【0029】

各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置であって、前記開口絞りは絞り形状が固定であり、前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上に、シャッターが配されている撮像装置において、前記ズームレンズにおける可変の空気間隔の中で最小の空気間隔、又は、一定の空気間隔の中で最も長い空気間隔中に前記シャッターを配したこと特徴とする撮像装置。

【0030】

ところで、絞り形状は固定であるため、光量の確保のために絞り形状を大きく設定すると、レンズ鏡筒等による光束のケラレが生じる。そのため、画像の中心部と周辺部とで明るさにムラが生じることがある。そのため、光量調整を行うフィルターにて明るさのムラを抑えるために、次のようにすることが望ましい。

【0031】

すなわち、本発明の第4の撮像装置は、第1の撮像装置において、前記光量調整を行うフィルターは、中心部の透過率に対して周辺部の透過率を高くした透過面を少なくとも1つ有することを特徴とするものである。

【0032】

この第4の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、明るさムラを抑えた撮影が可能となる。

【0033】

また、フィルターの反射光によるゴーストを低減させるために、次のようにすることができる望ましい。

【0034】

すなわち、本発明の第5の撮像装置は、第1の撮像装置において、前記光量調整を行うフィルターを光軸に対して傾ける配置が可能なことを特徴とするものである。

【0035】

また、本発明の第6の撮像装置は、第1の撮像装置において、前記開口絞りは、変倍時若しくは合焦点動作の際に可変の空気間隔を挟む前後のレンズ群の間に配され、前記光量調整を行うフィルターは、前記空気間隔とは異なる位置に配されることを特徴とするものである。

【0036】

この第6の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、変倍時のレンズ群の移動量を大きくできるため高変倍化が容易となる。

【0037】

また、本発明の第7の撮像装置は、第1から第6の撮像装置において、前記開口絞りは、その開口絞りから光軸に下ろした垂線と光軸との交わる位置が、レンズ群中のレンズ媒質内に位置することを特徴とするものである。

【0038】

この第7の撮像装置の作用を説明する。開口絞りはその開口形状が変化しないため、このような構成が可能となる。それにより、より一層の小型化が達成できる。

【0039】

また、本発明の第8の撮像装置は、第7の撮像装置において、前記開口絞りは、前記レンズ群中の何れかのレンズ面に接して設けられることを特徴とするものである。

【0040】

この第8の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、絞り位置調整が不要なため精度を高めることができることが可能となる。特にレンズ面に絞りを黒

塗りした構成とすると、より簡易に構成できる。

【0041】

また、本発明の第9の撮像装置は、第1から第8の撮像装置において、前記開口絞りを、光軸側に開口を設けた口径板としたことを特徴とするものである。

【0042】

この第9の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、絞りの厚さを薄くすることができる。

【0043】

また、本発明の第10の撮像装置は、第1から第9の撮像装置において、前記ズームレンズは、少なくとも負の屈折力のレンズ群と、その像側直後に配された正の屈折力のレンズ群を有し、広角端よりも望遠端において前記負の屈折力のレンズ群と前記正の屈折力のレンズ群との間隔が減少し、

前記開口絞りを前記負の屈折力のレンズ群の最も像側面から前記正の屈折力のレンズ群の像側面の間に配し、

前記光量調整を行うフィルターを前記開口絞りよりも像面側に配したことを特徴とするものである。

【0044】

この第10の撮像装置の作用を説明する。ズームレンズ中に、負レンズ群、正レンズ群の順で配される構成を含む場合、開口絞りを負レンズ群の最も像側面から正レンズ群の像側面の間の位置に配する構成とすると、ズームレンズ全体をコンパクト化し、かつ、広角端での画角を確保しやすくできる。

【0045】

また、このような位置に開口絞りを配すると、それよりも像側の光束の広がりが大きくなりすぎないため、光量調整フィルターを開口絞りよりも像面側の位置に配すると、フィルター自体をコンパクトに構成できるため、小型化に有利である。

【0046】

より具体的には、次のようにすることが望ましい。

【0047】

すなわち、本発明の第11の撮像装置は、第10の撮像装置において、前記負の屈折力のレンズ群を最も物体側に配置したことを特徴とするものである。

【0048】

この第11の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、広画角化、高変倍比化、全長短縮の少なくとも何れかの効果を奏する。

【0049】

さらには、次のようにすることが望ましい。

【0050】

すなわち、本発明の第12の撮像装置は、第10の撮像装置において、前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群を有し、変倍時に可動のレンズ群は、前記負の屈折力を有するレンズ群と前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とするものである。

【0051】

この第12の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、広画角高変倍比化、全長短縮の少なくとも何れかの効果を有する。

【0052】

さらには、次のようにすることが望ましい。

【0053】

すなわち、本発明の第13の撮像装置は、第10の撮像装置において、前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とするものである。

【0054】

この第13の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、さらに構成を簡単にできる。

【0055】

また、本発明の第14の撮像装置は、第10から第13の撮像装置において、前記開口絞りは、前記正の屈折力のレンズ群直前の空気間隔中に配されることを特

徴とするものである。

【0056】

この第14の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、撮像素子に入射する光線を撮像面に対して垂直に近づけることができる。特に、ズームレンズを、物体側より、負レンズ群と正レンズ群の順で構成した場合、望遠端で、第1レンズ群である負のレンズ群を一層第2レンズ群に近づけることが可能となる。それにより、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔の減少量以上にズームレンズ全長の短縮化を行うことができる。

【0057】

また、正の屈折力のレンズ群と開口絞りが一体で移動するようにすると、鏡棒構成を簡単にできる。

【0058】

また、本発明の第15の撮像装置は、第1.0から第14の撮像装置において、前記光量調整を行うフィルターは、前記正の屈折力のレンズ群の直後の空気間隔中に配することを特徴とするものである。

【0059】

この第15の撮像装置の作用を説明すると、このような構成とすることで、光線束があまり広がらない位置にフィルターを配することができ、より好ましい。特に、負レンズ群と正レンズ群の2群ズームレンズを用いる場合は、その光線束があまり広がらず好ましい。

【0060】

また、本発明の第16の撮像装置は、第1から第15の撮像装置において、前記開口絞りとそれよりも像側の前記光量調整を行うフィルターの入射面との光軸上の距離を α 、前記光量調整を行うフィルターの入射面と前記電子撮像素子における撮像面までの光軸上での距離を β としたときに、常に以下の条件を満足することを特徴とするものである。

【0061】

$$0.01 < \alpha / \beta < 1.3 \quad \dots (1)$$

この第16の撮像装置の作用を説明する。開口絞りに対しフィルターを近くに

配するとフィルター自身の大きさを小さく構成できるためより好ましい。条件(1)の上限の1.3を越えると、フィルターを小さく構成することが難しくなる。一方、条件(1)の下限の0.01を越えると、絞りとフィルターが近くなりすぎ、ズームレンズ全体をコンパクトに構成することが難しくなる。

【0062】

この条件式(1)において、下限値を0.1、さらには0.2とすることがより好ましい。また、上限値を1.0、さらには0.8、さらには0.6とすることがより好ましい。

【0063】

この条件式は、全変倍域で満足することが望ましい。若しくは、変倍域中で最も像側に絞りが位置する状態で満たすことが望ましい。

【0064】

また、本発明の第17の撮像装置は、第1から第16の撮像装置において、前記開口絞りの開口の最大開口径(直径)を $\phi\alpha$ 、前記光量調整を行うフィルターの最大有効径(対角長)を $\phi\beta$ とするときに、以下の条件を満足することを特徴とするものである。

【0065】

$$0.5 < \phi\beta / \phi\alpha < 1.5 \quad \dots (2)$$

この第17の撮像装置の作用を説明する。この条件(2)を満足するように構成することが望ましい。その下限の0.5を越えると、撮像に用いる光束のケラレの生じる可能性が大きくなる。一方、上限の1.5を越えると、フィルターが大きくなる。

【0066】

この条件式(2)において、下限値を0.7、さらには0.8とすることがより好ましい。また、上限値を1.2、さらには1.05とすることがより好ましい。

【0067】

この条件式(2)は、全変倍域で満足することが望ましい。若しくは、変倍域中で最も像側に絞りが位置する状態で満たすことが望ましい。

【0068】

また、本発明の第18の撮像装置は、第1から第17の撮像装置において、前記開口絞りは可変間隔に配され、前記開口絞りの直前のレンズ面及び直後のレンズ面は共に像側に凹面を向け、前記開口絞りの外形が、光軸から離れる程像側に傾いた漏斗形状であることを特徴とするものである。

【0069】

この第18の撮像装置の作用を説明すると、このような構成することで、絞りの外形が前後のレンズ面の形状に沿っているので前後のレンズ面を近づけることがより容易となる。もちろん、レンズ面に絞り外形を黒塗りしたものもこの概念に含んでいる。

【0070】

なお、本発明の第19の撮像装置は、第1から第18の撮像装置において、前記光量調整を行うフィルターは、光路中に挿脱可能に構成されていることを特徴とするものである。

【0071】

このように構成するとよい。特に、次のようにすることが望ましい。

【0072】

すなわち、本発明の第20の撮像装置は、第19の撮像装置において、前記光量調整を行うフィルターは、光軸上から待避する際に、面が光軸と平行に近づく方向に揺動することを特徴とするものである。

【0073】

この第20の撮像装置の作用を説明すると、このような構成することで、ズームレンズの周辺のフィルターの待避するスペースを光軸から離れる方向に大としなくてもよくなり、小型化できる。

【0074】

以上は、光量調整を行うフィルターを主として説明したが、この他にも、従来の可変絞りがシャッターの役割を持つ場合がある。そのため、フィルターに代えて、若しくは、これに付加してフィルターの近傍にシャッターを設けることが好ましい。若しくは、フィルターとシャッターを少なくとも1つのレンズを挟んで

別の空間の配することも可能である。

【0075】

例えば以下のように構成することが可能である。それぞれ作用については、上記のフィルターで示したものをシャッターに置き換えることで理解できる。

【0076】

すなわち、本発明の第21の撮像装置は、各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置において、

前記開口絞りは絞り形状が固定であり、

前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上にシャッターが配されていることを特徴とするものである。

【0077】

また、本発明の第22の撮像装置は、第21の撮像装置において、前記開口絞りは、変倍時若しくは合焦点動作の際に可変の空気間隔を挟む前後のレンズ群の間に配され、前記シャッターは、前記空気間隔とは異なる位置に配されることを特徴とするものである。

【0078】

また、本発明の第23の撮像装置は、第21～第22の撮像装置において、前記開口絞りは、その開口絞りから光軸に下ろした垂線と光軸との交わる位置が、レンズ群中のレンズ媒質内に位置することを特徴とするものである。

【0079】

また、本発明の第24の撮像装置は、第23の撮像装置において、前記開口絞りは、前記レンズ群中の何れかのレンズ面に接して設けられることを特徴とするものである。

【0080】

また、本発明の第25の撮像装置は、第21～第24の撮像装置において、前記開口絞りを、光軸側に開口を設けた口径板としたことを特徴とするものである

【0081】

また、本発明の第26の撮像装置は、第21～第25の撮像装置において、前記ズームレンズは、少なくとも負の屈折力のレンズ群と、その像側直後に配された正の屈折力のレンズ群を有し、広角端よりも望遠端において前記負の屈折力のレンズ群と前記正の屈折力のレンズ群との間隔が減少し、

前記開口絞りを前記負の屈折力のレンズ群の最も像側面から前記正の屈折力のレンズ群の像側面の間に配し、

前記シャッターを前記開口絞りよりも像面側に配したことを特徴とするものである。

【0082】

また、本発明の第27の撮像装置は、第26の撮像装置において、前記負の屈折力のレンズ群を最も物体側に配置したことを特徴とするものである。

【0083】

また、本発明の第28の撮像装置は、第26の撮像装置において、前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群を有し、変倍時に可動のレンズ群は、前記負の屈折力を有するレンズ群と前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とするものである。

【0084】

また、本発明の第29の撮像装置は、第26の撮像装置において、前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とするものである。

【0085】

また、本発明の第30の撮像装置は、第26～第29の撮像装置において、前記開口絞りは、前記正の屈折力のレンズ群直前の空気間隔中に配されることを特徴とするものである。

【0086】

また、本発明の第31の撮像装置は、第26～第30の撮像装置において、前記シャッターは、前記正の屈折力のレンズ群の直後の空気間隔中に配することを

特徴とするものである。

【0087】

また、本発明の第32の撮像装置は、第21～第31の撮像装置において、前記開口絞りとそれよりも像側の前記シャッターとの光軸上の距離を α' 、前記シャッターと前記電子撮像素子における撮像面までの光軸上での距離を β' としたときに、常に以下の条件を満足することを特徴とするものである。

【0088】

$$0.01 < \alpha' / \beta' < 1.3 \quad \cdots (3)$$

なお、この条件式(3)において、下限値を0.1、さらには0.2とすることがより好ましい。また、上限値を1.0、さらには0.8、さらには0.6とすることがより好ましい。

【0089】

この条件式(3)は、全変倍域で満足することが望ましい。若しくは、変倍域中で最も像側に絞りが位置する状態で満たすことが望ましい。

【0090】

また、本発明の第33の撮像装置は、第21～第32の撮像装置において、前記開口絞りの開口の最大開口径（直径）を $\phi\alpha$ 、前記シャッターの最大有効径（対角長）を $\phi\beta'$ とするときに、以下の条件を満足することを特徴とするものである。

【0091】

$$0.5 < \phi\beta' / \phi\alpha < 1.5 \quad \cdots (4)$$

なお、この条件式(4)において、下限値を0.7、さらには0.8とすることがより好ましい。また、上限値を1.2、さらには1.05とすることがより好ましい。

【0092】

この条件式(4)は、全変倍域で満足することが望ましい。若しくは、変倍域中で最も像側に絞りが位置する状態で満たすことが望ましい。

【0093】

また、本発明の第34の撮像装置は、第21～第33の撮像装置において、前

記開口絞りは可変間隔に配され、前記開口絞りの直前のレンズ面及び直後のレンズ面は共に像側に凹面を向け、前記開口絞りの外形が、光軸から離れる程像側に傾いた漏斗形状であることを特徴とするものである。

【0094】

【発明の実施の形態】

以下、まず、本発明の撮像装置に用いられるズームレンズの実施例1～12について説明する。これらの実施例の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間状態(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図をそれぞれ図1～図12に示す。各図中、第1群はG1、第2群はG2、第3群はG3、第4群はG4、光路折り曲げプリズムはP、近赤外シャープカットコートを施したローパスフィルターはF、電子撮像素子であるCCDのカバーガラスをC、ローパスフィルターとCCDのカバーガラスを一体化し波長選択コートを施した平行平板をF'、CCDの像面をIで示しており、物体側から順に配置された、光学的ローパスフィルターF、カバーガラスCは、第2群G2又は又は第4群G4と像面Iの間に固定配置されている。また、光量調節(ND)フィルター若しくはシャッター位置をNで示している。なお、光量調節フィルターとシャッターは両方を併設してもよいことはもちろんである。

【0095】

実施例1のズームレンズは、図1に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0096】

実施例1の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0097】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の

像側1mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0098】

実施例2のズームレンズは、図2に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0099】

実施例2の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0100】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.5mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0101】

実施例3のズームレンズは、図3に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は物体側に凹の軌跡に沿って移動し、望遠端では広角端より像面側の位置になり、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0102】

実施例3の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0103】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.5mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0104】

実施例4のズームレンズは、図4に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は物体側に凹の軌跡に沿って移動し、望遠端では広角端より像面側の位置になり、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0105】

実施例4の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0106】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.5mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0107】

実施例5のズームレンズは、図5に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0108】

実施例5の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0109】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.0mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0110】

実施例6のズームレンズは、図6に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際

は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0111】

実施例6の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、両凹レンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0112】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.5mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0113】

実施例7のズームレンズは、図7に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2とからなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0114】

実施例7の第1群G1は、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸レンズと、両凹レンズとからなる。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0115】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.5mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0116】

実施例8のズームレンズは、図8に示すように、物体側に凸の負メニスカスレンズと光路折り曲げプリズムPと物体側に凸の負メニスカスレンズと物体側に凸の正メニスカスレンズからなる第1群G1、開口絞りと、両凸正レンズと像面側に凸の負メニスカスレンズの接合レンズとからなる第2群G2、物体側に凸の正メニスカスレンズと、凸平正レンズと平凹負レンズの接合レンズとからなる第3群G3、両凸正レンズ1枚からなる第4群G4とからなり、広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は固定され、第2群G2は物体側に単調に移動し、第3

群G3は第2群G2との間隔を一旦広げ再度短縮するように物体側に単調に移動し、第4群G4は固定されている。近距離の被写体にフォーカシングするために、第3群G3は物体側に繰り出される。

【0117】

非球面は、第1群G1の光路折り曲げプリズムPの後の負メニスカスレンズの像面側の面、第3群G3の正メニスカスレンズの物体側の面、第4群G4の両凸正レンズの像面側の面の3面に用いられている。

【0118】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第3群G3の最像側面の像側1.0mmの光軸上で第3群G3と一体移動するように配置される。

【0119】

実施例9のズームレンズは、図9に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は物体側に凹の軌跡に沿って移動し、望遠端では広角端より像面側の位置になり、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0120】

実施例9の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズとの3枚接合レンズからなる。絞り形状は入射側から見て円形で、第2群G2の入射側凸面上に黒塗りされて構成されている（そのため、絞り位置Nは第2群G2の入射側面頂よりも像側に位置することになり、後記の数値データの絞りと入射側凸面間の面間隔はマイナスの値となっている。）。非球面は、第1群G1の負メニスカスレンズの像面側の面、第2群G2の最も物体側の面及びその最も像面側の面の3面に用いられている。

【0121】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.0mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0122】

実施例10のズームレンズは、図10に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0123】

実施例10の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズからなる。絞り形状は入射側から見て円形で、第2群G2の入射側凸面上に黒塗りされて構成されている（そのため、絞り位置Nは第2群G2の入射側面頂よりも像側に位置することになり、後記の数値データの絞りと入射側凸面間の面間隔はマイナスの値となっている。）。非球面は、第1群G1の負メニスカスレンズの像面側の面、第2群G2の最も物体側の面の2面に用いられている。

【0124】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.0mmの光軸上で第2群G2と一緒に移動するように配置される。

【0125】

実施例11のズームレンズは、図11に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は物体側に凹の軌跡に沿って移動し、望遠端では広角端より像面側の位置になり、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0126】

実施例11の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。絞り形状は入射側から見て円形で、第2群G2の入射側凸面上に黒塗

りされて構成されている（そのため、絞り位置Nは第2群G2の入射側面頂よりも像側に位置することになり、後記の数値データの絞りと入射側凸面間の面間隔はマイナスの値となっている。）。非球面は、全てのレンズ面8面に用いられている。

【0127】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.5mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0128】

実施例12のズームレンズは、図12に示すように、負屈折力の第1群G1、正屈折力の第2群G2からなり、無限遠物点合焦時に広角端から望遠端に変倍する際は、第1群G1は像面側に移動し、第2群G2は物体側に移動して、第1群G1と第2群G2の間隔が小さくなる。

【0129】

実施例12の第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第2群G2は、絞りと、その後に配置された両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなる。絞り形状は入射側から見て円形で、第2群G2の入射側凸面上に黒塗りされて構成されている（そのため、絞り位置Nは第2群G2の入射側面頂よりも像側に位置することになり、後記の数値データの絞りと入射側凸面間の面間隔はマイナスの値となっている。）。非球面は、第1群G1の負メニスカスレンズの両側の面、第2群G2の両凸正レンズの両側の面の4面に用いられている。

【0130】

そして、光量調節フィルター若しくはシャッターは、第2群G2の最像側面の像側1.0mmの光軸上で第2群G2と一体移動するように配置される。

【0131】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、 f は全系焦点距離、 F_{N0} はFナンバー、 2ω は画角、WEは広角端、STは中間状態、TEは望遠端、 $r_1, r_2 \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 $d_1, d_2 \dots$ は各レンズ面間の間隔、 $n_{d1}, n_{d2} \dots$ は各レンズのd線の屈折率、 $v_{d1}, v_{d2} \dots$ は各レンズのアッ

べ数である。なお、非球面形状は、 x を光の進行方向を正とした光軸とし、 y を光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

【0132】

$$x = (y^2/r) / [1 + \{1 - (K+1)(y/r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 r は近軸曲率半径、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。

【0133】

実施例1

$r_1 = -12.193$	(非球面)	$d_1 = 1.20$	$n_{d1} = 1.78800$	$v_{d1} = 47.37$
$r_2 = 10.585$	(非球面)	$d_2 = 1.14$		
$r_3 = 6.202$	(非球面)	$d_3 = 0.84$	$n_{d2} = 1.84666$	$v_{d2} = 23.78$
$r_4 = 7.845$	(非球面)	$d_4 = (\text{可変})$		
$r_5 = \infty$	(絞り)	$d_5 = 0.80$		
$r_6 = 3.456$	(非球面)	$d_6 = 3.10$	$n_{d3} = 1.69350$	$v_{d3} = 53.21$
$r_7 = -5.866$	(非球面)	$d_7 = 0.00$		
$r_8 = 59.892$	(非球面)	$d_8 = 0.80$	$n_{d4} = 1.80518$	$v_{d4} = 25.42$
$r_9 = 3.400$	(非球面)	$d_9 = (\text{可変})$		
$r_{10} = \infty$		$d_{10} = 1.44$	$n_{d5} = 1.54771$	$v_{d5} = 62.84$
$r_{11} = \infty$		$d_{11} = 0.80$		
$r_{12} = \infty$		$d_{12} = 0.80$	$n_{d6} = 1.51633$	$v_{d6} = 64.14$
$r_{13} = \infty$		$d_{13} = 1.00$		
$r_{14} = \infty$	(像面)			

非球面係数

第1面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 7.28875 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -3.16079 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 5.59240 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第2面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 6.08993 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 7.92220 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -3.77695 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第3面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -8.25212 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.05654 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = -5.98956 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第4面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -8.12513 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 7.44821 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -4.70205 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -5.56006 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 3.61032 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.57815 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 2.56154 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -5.93015 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 8.21499 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第8面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.61498 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 2.62229 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 1.11700 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0$$

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.33711 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 1.83066 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.80922 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.700	7.600	10.500
F NO	2.84	3.24	3.86
2 ω (°)	62.48	47.32	34.74
d ₄	5.79	3.28	1.20
d ₉	3.55	4.78	6.67

【0134】

実施例2

$$r_1 = 742.482 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 1.20 \quad n_{d1} = 1.88300 \quad v_{d1} = 40.76$$

$$r_2 = 5.785 \text{ (非球面)} \quad d_2 = 1.66$$

$$r_3 = 7.599 \text{ (非球面)} \quad d_3 = 1.88 \quad n_{d2} = 1.84666 \quad v_{d2} = 23.78$$

$r_4 = 16.421$	(非球面)	$d_4 =$	(可変)
$r_5 = \infty$	(絞り)	$d_5 = 0.80$	
$r_6 = 4.194$	(非球面)	$d_6 = 3.18$	$n_{d3} = 1.49700 \quad v_{d3} = 81.54$
$r_7 = -20.581$	(非球面)	$d_7 = 0.00$	
$r_8 = 13.506$	(非球面)	$d_8 = 0.80$	$n_{d4} = 1.84666 \quad v_{d4} = 23.78$
$r_9 = 6.472$	(非球面)	$d_9 =$	(可変)
$r_{10} = \infty$		$d_{10} = 1.44$	$n_{d5} = 1.54771 \quad v_{d5} = 62.84$
$r_{11} = \infty$		$d_{11} = 0.80$	
$r_{12} = \infty$		$d_{12} = 0.80$	$n_{d6} = 1.51633 \quad v_{d6} = 64.14$
$r_{13} = \infty$		$d_{13} = 1.00$	
$r_{14} = \infty$	(像面)		

非球面係数

第1面

$K = 0.000$

$A_4 = 9.25825 \times 10^{-4}$

$A_6 = -2.08555 \times 10^{-5}$

$A_8 = 1.29524 \times 10^{-7}$

$A_{10} = 0$

第2面

$K = 0.000$

$A_4 = -1.75234 \times 10^{-4}$

$A_6 = 6.38980 \times 10^{-5}$

$A_8 = -2.65816 \times 10^{-6}$

$A_{10} = 0$

第3面

$K = 0.000$

$A_4 = -1.50510 \times 10^{-3}$

$A_6 = 3.91584 \times 10^{-5}$

$A_8 = -3.01945 \times 10^{-7}$

$$A_{10} = 0$$

第4面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.01332 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.61802 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.03000 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -7.98420 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.86068 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -2.94687 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 2.17134 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -3.36530 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 2.23456 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第8面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 3.99355 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -2.87967 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 1.70044 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 5.40085 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.35135 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 3.54182 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.472	9.450	16.492
F NO	2.84	3.49	4.67
2 ω (°)	64.66	38.94	22.72
d ₄	19.39	9.00	2.90
d ₉	8.11	11.30	16.96

【0135】

実施例3

r ₁ = -79.529 (非球面)	d ₁ = 1.20	n _{d1} = 1.88300 v _{d1} = 40.76
r ₂ = 6.338 (非球面)	d ₂ = 2.02	
r ₃ = 9.087 (非球面)	d ₃ = 2.14	n _{d2} = 1.84666 v _{d2} = 23.78
r ₄ = 25.643 (非球面)	d ₄ = (可変)	
r ₅ = ∞ (絞り)	d ₅ = 0.80	
r ₆ = 4.591 (非球面)	d ₆ = 3.76	n _{d3} = 1.49700 v _{d3} = 81.54
r ₇ = -19.255 (非球面)	d ₇ = 0.00	
r ₈ = 13.328 (非球面)	d ₈ = 0.80	n _{d4} = 1.84666 v _{d4} = 23.78
r ₉ = 6.340 (非球面)	d ₉ = (可変)	
r ₁₀ = ∞	d ₁₀ = 1.44	n _{d5} = 1.54771 v _{d5} = 62.84
r ₁₁ = ∞	d ₁₁ = 0.80	
r ₁₂ = ∞	d ₁₂ = 0.80	n _{d6} = 1.51633 v _{d6} = 64.14
r ₁₃ = ∞	d ₁₃ = 1.00	
r ₁₄ = ∞ (像面)		

非球面係数

第1面

$K = 0.000$

$$A_4 = 6.90799 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.17782 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 4.88182 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第2面

$K = 0.000$

$$A_4 = -4.06939 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 4.52557 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.51312 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第3面

$K = 0.000$

$$A_4 = -1.03153 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.22306 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -2.57487 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第4面

$K = 0.000$

$$A_4 = -5.56360 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 4.49314 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 1.08906 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$K = 0.000$

$$A_4 = -5.80555 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -3.39765 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -2.44132 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

 $K = 0.000$

$A_4 = 2.25406 \times 10^{-3}$

$A_6 = -2.80904 \times 10^{-4}$

$A_8 = 1.27498 \times 10^{-5}$

$A_{10} = 0$

第8面

 $K = 0.000$

$A_4 = 2.85554 \times 10^{-3}$

$A_6 = -2.15203 \times 10^{-4}$

$A_8 = 8.69324 \times 10^{-6}$

$A_{10} = 0$

第9面

 $K = 0.000$

$A_4 = 3.48116 \times 10^{-3}$

$A_6 = 3.63247 \times 10^{-6}$

$A_8 = 1.69137 \times 10^{-5}$

$A_{10} = 0$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.500	11.000	22.000
F_{NO}	2.84	3.73	5.53
2ω (°)	64.38	33.66	17.14
d_4	23.03	8.67	1.49
d_9	9.02	13.72	23.11

【0136】

実施例4

$r_1 = -60.278$	(非球面)	$d_1 = 1.20$	$n_{d1} = 1.88300$	$\nu_{d1} = 40.76$
$r_2 = 7.222$	(非球面)	$d_2 = 2.07$		
$r_3 = 8.952$	(非球面)	$d_3 = 2.08$	$n_{d2} = 1.84666$	$\nu_{d2} = 23.78$
$r_4 = 22.635$	(非球面)	$d_4 =$ (可変)		
$r_5 = \infty$	(絞り)	$d_5 = 0.80$		
$r_6 = 4.814$	(非球面)	$d_6 = 3.81$	$n_{d3} = 1.49700$	$\nu_{d3} = 81.54$
$r_7 = -24.368$	(非球面)	$d_7 = 0.00$		
$r_8 = 12.210$	(非球面)	$d_8 = 0.80$	$n_{d4} = 1.84666$	$\nu_{d4} = 23.78$
$r_9 = 6.177$	(非球面)	$d_9 =$ (可変)		
$r_{10} = \infty$		$d_{10} = 1.44$	$n_{d5} = 1.54771$	$\nu_{d5} = 62.84$
$r_{11} = \infty$		$d_{11} = 0.80$		
$r_{12} = \infty$		$d_{12} = 0.80$	$n_{d6} = 1.51633$	$\nu_{d6} = 64.14$
$r_{13} = \infty$		$d_{13} = 1.00$		
$r_{14} = \infty$	(像面)			

非球面係数

第1面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 6.00951 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -8.43631 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 3.37449 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第2面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -3.72010 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 2.79016 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -6.20166 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第3面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.09669 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.28385 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -4.91592 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第4面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -6.10641 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 3.03012 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 3.35101 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -3.63773 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.22811 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -8.74615 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 1.68273 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.42484 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 6.05817 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第8面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 1.58428 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -8.00129 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -1.87986 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第9面

$K = 0.000$

$A_4 = 2.15661 \times 10^{-3}$

$A_6 = 1.52232 \times 10^{-4}$

$A_8 = 2.48220 \times 10^{-6}$

$A_{10} = 0$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.500	11.870	26.600
F NO	2.84	3.79	6.02
2 ω (°)	62.56	31.34	14.22
d ₄	29.63	10.40	1.20
d ₉	9.74	15.00	27.15

【0137】

実施例 5

r ₁ =	72.039 (非球面)	d ₁ = 1.20	n _{d1} = 1.88300 v _{d1} = 40.76
r ₂ =	4.217 (非球面)	d ₂ = 1.62	
r ₃ =	5.885 (非球面)	d ₃ = 1.27	n _{d2} = 1.84666 v _{d2} = 23.78
r ₄ =	9.267 (非球面)	d ₄ = (可変)	
r ₅ =	∞ (絞り)	d ₅ = 0.80	
r ₆ =	3.053 (非球面)	d ₆ = 3.93	n _{d3} = 1.49700 v _{d3} = 81.54
r ₇ =	-6.282 (非球面)	d ₇ = 0.00	
r ₈ =	6.618 (非球面)	d ₈ = 0.80	n _{d4} = 1.84666 v _{d4} = 23.78
r ₉ =	3.348 (非球面)	d ₉ = (可変)	
r ₁₀ =	∞	d ₁₀ = 1.44	n _{d5} = 1.54771 v _{d5} = 62.84
r ₁₁ =	∞	d ₁₁ = 0.80	
r ₁₂ =	∞	d ₁₂ = 0.80	n _{d6} = 1.51633 v _{d6} = 64.14
r ₁₃ =	∞	d ₁₃ = 1.00	

$r_{14} = \infty$ (像面)

非球面係数

第1面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 3.17076 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.37514 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 1.96035 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第2面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 3.08247 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 3.63679 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -3.34382 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第3面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.89408 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.05447 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -6.40061 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第4面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -2.03988 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.30917 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -2.56924 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.61253 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -7.47302 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -2.30842 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 3.13913 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.53242 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.98597 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0$$

第8面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.43433 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -2.19219 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 6.46815 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.54578 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -1.19883 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 2.38275 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.38	6.18	8.45
F NO	2.84	3.28	3.84
2 ω (°)	76.60	56.40	42.44
d ₄	6.59	3.46	1.42
d ₉	2.77	4.13	5.86

【0138】

実施例6

$r_1 = -31.474$	(非球面)	$d_1 = 1.20$	$n_{d1} = 1.88300$	$v_{d1} = 40.76$
$r_2 = 6.197$	(非球面)	$d_2 = 2.48$		
$r_3 = 10.479$	(非球面)	$d_3 = 2.20$	$n_{d2} = 1.84666$	$v_{d2} = 23.78$
$r_4 = 47.491$	(非球面)	$d_4 =$ (可変)		
$r_5 = \infty$	(絞り)	$d_5 = 0.80$		
$r_6 = 3.789$	(非球面)	$d_6 = 3.61$	$n_{d3} = 1.49700$	$v_{d3} = 81.54$
$r_7 = -16.623$	(非球面)	$d_7 = 0.00$		
$r_8 = -39.726$	(非球面)	$d_8 = 0.80$	$n_{d4} = 1.84666$	$v_{d4} = 23.78$
$r_9 = 14.332$	(非球面)	$d_9 =$ (可変)		
$r_{10} = \infty$		$d_{10} = 1.44$	$n_{d5} = 1.54771$	$v_{d5} = 62.84$
$r_{11} = \infty$		$d_{11} = 0.80$		
$r_{12} = \infty$		$d_{12} = 0.80$	$n_{d6} = 1.51633$	$v_{d6} = 64.14$
$r_{13} = \infty$		$d_{13} = 1.00$		
$r_{14} = \infty$	(像面)			

非球面係数

第1面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 9.59521 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.72098 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.13583 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第2面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -3.60488 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 3.77368 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.07135 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第3面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.01828 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.27783 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.61699 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第4面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -5.67770 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 1.51253 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 1.26398 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -8.01515 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -2.76063 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -3.86277 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 9.05298 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.86656 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.48924 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 0$$

第8面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 9.67002 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.17161 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 7.64468 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 7.85242 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.15922 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 3.78215 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.380	7.516	12.700
F _{N0}	2.84	3.42	4.40
2ω (°)	76.94	48.04	29.34
d ₄	19.85	8.42	1.91
d ₉	6.61	9.22	13.52

【0139】

実施例7

r ₁ = -21.847 (非球面)	d ₁ = 1.20	n _{d1} = 1.88300 v _{d1} = 40.76
r ₂ = 6.937 (非球面)	d ₂ = 2.47	
r ₃ = 9.213 (非球面)	d ₃ = 2.21	n _{d2} = 1.84666 v _{d2} = 23.78
r ₄ = 32.046 (非球面)	d ₄ = (可変)	
r ₅ = ∞ (絞り)	d ₅ = 0.80	
r ₆ = 3.998 (非球面)	d ₆ = 3.54	n _{d3} = 1.49700 v _{d3} = 81.54
r ₇ = -21.908 (非球面)	d ₇ = 0.00	
r ₈ = -33.149 (非球面)	d ₈ = 0.80	n _{d4} = 1.84666 v _{d4} = 23.78
r ₉ = 17.323 (非球面)	d ₉ = (可変)	
r ₁₀ = ∞	d ₁₀ = 1.44	n _{d5} = 1.54771 v _{d5} = 62.84

$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 0.80$
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.80$
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 1.00$
$r_{14} = \infty$ (像面)	

非球面係数

第1面

$K = 0.000$

$A_4 = 9.33410 \times 10^{-4}$

$A_6 = -1.30751 \times 10^{-5}$

$A_8 = 6.70483 \times 10^{-8}$

$A_{10} = 0$

第2面

$K = 0.000$

$A_4 = -6.18417 \times 10^{-4}$

$A_6 = 4.10180 \times 10^{-5}$

$A_8 = -7.84432 \times 10^{-7}$

$A_{10} = 0$

第3面

$K = 0.000$

$A_4 = -1.01784 \times 10^{-3}$

$A_6 = 4.66075 \times 10^{-6}$

$A_8 = 1.15224 \times 10^{-7}$

$A_{10} = 0$

第4面

$K = 0.000$

$A_4 = -3.78733 \times 10^{-4}$

$A_6 = -7.08997 \times 10^{-6}$

$A_8 = 1.63277 \times 10^{-7}$

$A_{10} = 0$

第6面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -8.04530 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -3.34025 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -6.46621 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 2.52254 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -4.58004 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 3.15723 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第8面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 7.40135 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -3.03505 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 1.41481 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 8.67706 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.94947 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 2.90374 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	4.380	8.500	16.900
F NO	2.84	3.57	5.07
2ω (°)	77.14	42.86	22.26

d_4	25.20	9.37	1.00
d_9	7.72	11.24	18.43

【0140】

実施例8

$r_1 =$	41.9739	$d_1 =$	1.2000	$n_{d1} =$	1.77250	$\nu_{d1} =$	49.60
$r_2 =$	11.1642	$d_2 =$	2.9000				
$r_3 =$	∞	$d_3 =$	6.5000	$n_{d2} =$	1.78590	$\nu_{d2} =$	44.20
$r_4 =$	∞ (反射面)	$d_4 =$	6.0000	$n_{d3} =$	1.78590	$\nu_{d3} =$	44.20
$r_5 =$	∞	$d_5 =$	0.3971				
$r_6 =$	28.0000	$d_6 =$	1.2000	$n_{d4} =$	1.74330	$\nu_{d4} =$	49.33
$r_7 =$	11.3578 (非球面)	$d_7 =$	0.3457				
$r_8 =$	9.4845	$d_8 =$	1.7925	$n_{d5} =$	1.84666	$\nu_{d5} =$	23.78
$r_9 =$	14.2959	$d_9 =$	(可変)				
$r_{10} =$	∞ (絞り)	$d_{10} =$	1.0000				
$r_{11} =$	47.8757	$d_{11} =$	1.9600	$n_{d6} =$	1.72916	$\nu_{d6} =$	54.68
$r_{12} =$	-9.0806	$d_{12} =$	0.7000	$n_{d7} =$	1.72825	$\nu_{d7} =$	28.46
$r_{13} =$	-25.4395	$d_{13} =$	(可変)				
$r_{14} =$	9.1761 (非球面)	$d_{14} =$	1.9500	$n_{d8} =$	1.74330	$\nu_{d8} =$	49.33
$r_{15} =$	75.3616	$d_{15} =$	0.8461				
$r_{16} =$	24.3002	$d_{16} =$	3.8969	$n_{d9} =$	1.74330	$\nu_{d9} =$	49.33
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	1.0000	$n_{d10} =$	1.72825	$\nu_{d10} =$	28.46
$r_{18} =$	4.8249	$d_{18} =$	(可変)				
$r_{19} =$	49.5382	$d_{19} =$	2.7500	$n_{d11} =$	1.69350	$\nu_{d11} =$	53.20
$r_{20} =$	-10.0407 (非球面)	$d_{20} =$	0.8269				
$r_{21} =$	∞	$d_{21} =$	1.4400	$n_{d12} =$	1.54771	$\nu_{d12} =$	62.84
$r_{22} =$	∞	$d_{22} =$	0.8000				
$r_{23} =$	∞	$d_{23} =$	0.8000	$n_{d13} =$	1.51633	$\nu_{d13} =$	64.14

$r_{24} = \infty$ $d_{24} = 1.0447$

$r_{25} = \infty$ (像面)

非球面係数

第7面

$$K = 0$$

$$A_4 = 2.2504 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 2.6875 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -1.2962 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 2.8718 \times 10^{-9}$$

第14面

$$K = 0$$

$$A_4 = -9.8664 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 4.0400 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -4.4986 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 1.3851 \times 10^{-8}$$

第20面

$$K = 0$$

$$A_4 = 5.3089 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.6198 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 4.4581 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -4.9080 \times 10^{-9}$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	6.02622	9.31725	14.28897
F NO	2.7652	3.4888	4.5271
2 ω (°)	62.00	43.00	29.00
d ₉	14.24100	6.97804	2.00694
d ₁₃	2.10000	6.51339	5.34809
d ₁₈	2.46549	5.31403	11.45279

【0141】

実施例9

$r_1 = 37.425$	$d_1 = 1.20$	$n_{d1} = 1.80610 \nu_{d1} = 40.92$
$r_2 = 4.340$ (非球面)	$d_2 = 2.33$	
$r_3 = 8.271$	$d_3 = 1.62$	$n_{d2} = 1.84666 \nu_{d2} = 23.78$
$r_4 = 16.244$	$d_4 =$ (可変)	
$r_5 = \infty$ (絞り)	$d_5 = -0.69$	
$r_6 = 4.921$ (非球面)	$d_6 = 3.18$	$n_{d3} = 1.58313 \nu_{d3} = 59.38$
$r_7 = 7.888$	$d_7 = 1.19$	$n_{d4} = 1.84666 \nu_{d4} = 23.78$
$r_8 = 4.000$	$d_8 = 2.21$	$n_{d5} = 1.51633 \nu_{d5} = 64.14$
$r_9 = -18.220$ (非球面)	$d_9 =$ (可変)	
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 1.40$	$n_{d6} = 1.51633 \nu_{d6} = 64.14$
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.23$	
$r_{12} = \infty$ (像面)		

非球面係数

第2面

$$K = -0.616$$

$$A_4 = 4.19816 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 3.00998 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -5.10775 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 1.25720 \times 10^{-8}$$

第6面

$$K = -1.054$$

$$A_4 = 5.11035 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 5.98520 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -7.46930 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 4.30043 \times 10^{-7}$$

第9面

$$K = -3.568$$

$$A_4 = 1.01719 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.98170 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -5.10422 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 5.07257 \times 10^{-6}$$

ズームデータ (∞)

	W E	S T	T E
f (mm)	5.950	10.090	17.100
F NO	3.05	3.88	5.30
2 ω (°)	64.44	39.64	23.82
d ₄	13.06	6.02	1.87
d ₉	8.41	12.17	18.56

【0142】

実施例10

r ₁ = 24.168	d ₁ = 1.20	n _{d1} = 1.77250	v _{d1} = 49.60
r ₂ = 3.625 (非球面)	d ₂ = 1.71		
r ₃ = 5.714	d ₃ = 1.68	n _{d2} = 1.75520	v _{d2} = 27.51
r ₄ = 10.180	d ₄ = (可変)		
r ₅ = ∞ (絞り)	d ₅ = -0.35		
r ₆ = 3.233 (非球面)	d ₆ = 1.43	n _{d3} = 1.58313	v _{d3} = 59.38
r ₇ = 6.623	d ₇ = 0.80	n _{d4} = 1.80809	v _{d4} = 22.76
r ₈ = 3.386	d ₈ = 0.44		
r ₉ = 11.388	d ₉ = 1.55	n _{d5} = 1.61800	v _{d5} = 63.33
r ₁₀ = -6.894	d ₁₀ = (可変)		
r ₁₁ = ∞	d ₁₁ = 1.40	n _{d6} = 1.51633	v _{d6} = 64.14
r ₁₂ = ∞	d ₁₂ = 0.60		

$r_{13} = \infty$ $d_{13} = 0.50$ $n_{d7} = 1.51633$ $\nu_{d7} = 64.14$
 $r_{14} = \infty$ $d_{14} = 0.20$
 $r_{15} = \infty$ (像面)

非球面係数

第2面

$$K = -0.465$$

$$A_4 = -3.25794 \times 10^{-11}$$

$$A_6 = 3.11677 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = -8.29472 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = -0.640$$

$$A_4 = -2.72851 \times 10^{-7}$$

$$A_6 = 6.13668 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 5.73050 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.943	8.190	11.468
F NO	3.70	4.23	5.00
2 ω (°)	64.98	48.56	35.26
d ₄	7.41	3.96	1.35
d ₁₀	7.75	9.51	12.06

【0143】

実施例11

$r_1 = 12462.55 \times 10^3$ $d_1 = 1.20$ $n_{d1} = 1.77250$ $\nu_{d1} = 49.60$
(非球面)

$r_2 = 5.496$	(非球面)	$d_2 = 2.11$	
$r_3 = 7.122$	(非球面)	$d_3 = 1.80$	$n_{d2} = 1.82114 \nu_{d2} = 24.06$
$r_4 = 10.794$	(非球面)	$d_4 =$ (可変)	
$r_5 = \infty$	(絞り)	$d_5 = -0.80$	
$r_6 = 3.761$	(非球面)	$d_6 = 3.00$	$n_{d3} = 1.49700 \nu_{d3} = 81.54$
$r_7 = -18.002$	(非球面)	$d_7 = 0.10$	
$r_8 = 31057.39 \times 10^4$		$d_8 = 0.80$	$n_{d4} = 1.80809 \nu_{d4} = 22.76$
	(非球面)		
$r_9 = 13.522$	(非球面)	$d_9 =$ (可変)	
$r_{10} = \infty$		$d_{10} = 1.40$	$n_{d5} = 1.51633 \nu_{d5} = 64.14$
$r_{11} = \infty$		$d_{11} = 1.21$	
$r_{12} = \infty$	(像面)		

非球面係数

第1面

$$K = 155897576578.712$$

$$A_4 = 8.38348 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -7.53985 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -7.27194 \times 10^{-13}$$

$$A_{10} = -3.30876 \times 10^{-16}$$

第2面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 8.09861 \times 10^{-8}$$

$$A_6 = 5.42172 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.55129 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -1.43967 \times 10^{-13}$$

第3面

$$K = -4.030$$

$$A_4 = 7.11686 \times 10^{-11}$$

$$A_6 = 1.34660 \times 10^{-13}$$

$$A_8 = 5.65779 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = 6.30109 \times 10^{-9}$$

第4面

$$K = -0.009$$

$$A_4 = -1.08004 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -6.22520 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 1.29836 \times 10^{-13}$$

$$A_{10} = -9.49582 \times 10^{-15}$$

第6面

$$K = -0.291$$

$$A_4 = 5.61401 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 9.69717 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 3.44988 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 6.10050 \times 10^{-8}$$

第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 4.23632 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -4.72010 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 9.20080 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 8.25389 \times 10^{-7}$$

第8面

$$K = -9001283945.651$$

$$A_4 = 6.72716 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -5.24190 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 7.77385 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -5.06707 \times 10^{-7}$$

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = 7.65620 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -2.71735 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 2.11395 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 3.97777 \times 10^{-6}$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.906	10.178	17.050
F NO	2.86	3.68	5.00
2 ω (°)	65.34	39.32	23.82
d ₄	12.76	5.72	1.80
d ₉	8.25	11.60	17.00

【0144】

実施例12

r ₁ = 16.208 (非球面)	d ₁ = 1.20	n _{d1} = 1.69350 v _{d1} = 53.21
r ₂ = 4.307 (非球面)	d ₂ = 3.00	
r ₃ = 5.183	d ₃ = 1.05	n _{d2} = 1.78470 v _{d2} = 26.29
r ₄ = 5.749	d ₄ = (可変)	
r ₅ = ∞ (絞り)	d ₅ = -0.30	
r ₆ = 3.994 (非球面)	d ₆ = 2.22	n _{d3} = 1.49700 v _{d3} = 81.54
r ₇ = -7.208 (非球面)	d ₇ = 0.10	
r ₈ = 3.928	d ₈ = 0.70	n _{d4} = 1.80809 v _{d4} = 22.76
r ₉ = 2.591	d ₉ = (可変)	
r ₁₀ = ∞	d ₁₀ = 1.40	n _{d5} = 1.51633 v _{d5} = 64.14
r ₁₁ = ∞	d ₁₁ = 1.14	
r ₁₂ = ∞ (像面)		

非球面係数

第1面

$$K = 4.649$$

$$A_4 = -5.99321 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 8.63310 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 8.17942 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 0$$

第2面

$$K = 0.002$$

$$A_4 = -2.45506 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -7.04344 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -5.87327 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第6面

$$K = -0.869$$

$$A_4 = -1.68712 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 6.67467 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -6.39445 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第7面

$$K = 3.594$$

$$A_4 = 1.13704 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -6.24541 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -3.84390 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

ズームデータ (∞)

	WE	ST	TE
f (mm)	5.908	8.174	11.533
F NO	3.67	4.20	5.00
2 ω (°)	64.88	47.88	34.44
d ₄	8.19	4.27	1.30
d ₉	6.49	7.92	10.10

【0145】

以上の実施例1～12の無限遠物点合焦時の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す収差図をそれぞれ図13～図24に示す。これらの収差図において、(a)は広角端、(b)は中間状態、(c)は望遠端の収差図である。

【0146】

上記実施例1～12の前記の条件式(1)に関する値は次の表の通りである。

【0147】

実施例	1	2	3	4	5	6
広角端 α	5.70	6.28	6.86	6.91	6.53	6.71
広角端 β	6.59	10.65	11.56	12.28	5.81	9.15
広角端						
α / β	0.86	0.59	0.59	0.56	1.12	0.73
望遠端						
望遠端 α	5.70	6.28	6.86	6.91	6.53	6.71
望遠端 β	9.71	19.50	25.65	29.69	8.90	16.06
望遠端						
α / β	0.59	0.32	0.27	0.23	0.73	0.42

【0148】

実施例	7	8	9	10	11	12
広角端 α	6.64	4.76	6.62	4.87	4.60	4.72
広角端 β	10.26	18.82	16.66	14.32	13.96	11.75
広角端						
α / β	0.65	0.25	0.40	0.34	0.33	0.40
望遠端						
望遠端 α	6.64	8.01	6.62	4.87	4.60	4.72
望遠端 β	20.97	27.81	26.81	18.63	22.71	15.36
望遠端						

α / β	0.32	0.29	0.25	0.26	0.20	0.31
------------------	------	------	------	------	------	------

【0149】

また、実施例1～12の前記の条件式(2)、(4)に関する $\phi\alpha$ 、 $\phi\beta$ (= $\phi\beta'$)、広角端での $\phi\beta/\phi\alpha$ (= $\phi\beta'/\phi\alpha$)の値は次の表の通りである

【0150】

実施例	1	2	3	4	5	6
$\phi\alpha$	3.67	5.33	5.91	6.27	3.34	4.90
$\phi\beta$	4.07	4.80	5.12	5.28	4.09	4.51
広角端						
$\phi\beta/\phi\alpha$	1.11	0.90	0.87	0.84	1.22	0.92

【0151】

実施例	7	8	9	10	11	12
$\phi\alpha$	5.32	5.20	5.13	3.30	5.04	3.20
$\phi\beta$	4.80	5.68	4.61	3.47	4.60	3.62
広角端						
$\phi\beta/\phi\alpha$	0.90	1.09	0.90	1.05	0.91	1.13

【0152】

以上の各実施例において、第2群G2(実施例1～7、9～12)あるいは第4群G4(実施例8)の像側には、図示のように、入射面側に近赤外シャープカットコートを施したローパスフィルターF、F'を有している。この近赤外シャープカットコートは、波長600nmでの透過率が80%以上、波長700nmでの透過率が10%以下となるように構成されている。具体的には、例えば次のような27層の層構成からなる多層膜である。ただし、設計波長は780nmである。

【0153】

基板	材質	物理的膜厚 (nm)	$\lambda / 4$
第1層	Al_2O_3	58.96	0.50
第2層	TiO_2	84.19	1.00
第3層	SiO_2	134.14	1.00
第4層	TiO_2	84.19	1.00
第5層	SiO_2	134.14	1.00
第6層	TiO_2	84.19	1.00
第7層	SiO_2	134.14	1.00
第8層	TiO_2	84.19	1.00
第9層	SiO_2	134.14	1.00
第10層	TiO_2	84.19	1.00
第11層	SiO_2	134.14	1.00
第12層	TiO_2	84.19	1.00
第13層	SiO_2	134.14	1.00
第14層	TiO_2	84.19	1.00
第15層	SiO_2	178.41	1.33
第16層	TiO_2	101.03	1.21
第17層	SiO_2	167.67	1.25
第18層	TiO_2	96.82	1.15
第19層	SiO_2	147.55	1.05
第20層	TiO_2	84.19	1.00
第21層	SiO_2	160.97	1.20
第22層	TiO_2	84.19	1.00
第23層	SiO_2	154.26	1.15
第24層	TiO_2	95.13	1.13
第25層	SiO_2	160.97	1.20
第26層	TiO_2	99.34	1.18
第27層	SiO_2	87.19	0.65

空 気

【0154】

上記の近赤外シャープカットコートの透過率特性は図25に示す通りである。

【0155】

また、ローパスフィルターFの射出面側には、図26に示すような短波長域の色の透過を低減する色フィルターを設けるか若しくはコーティングを行うことで、より一層電子画像の色再現性を高めている。

【0156】

具体的には、このフィルター若しくはコーティングにより、波長400nm～700nmで透過率が最も高い波長の透過率に対する420nmの波長の透過率の比が15%以上であり、その最も高い波長の透過率に対する400nmの波長の透過率の比が6%以下であることが好ましい。

【0157】

それにより、人間の目の色に対する認識と、撮像及び再生される画像の色とのずれを低減させることができる。言い換えると、人間の視覚では認識され難い短波長側の色が、人間の目で容易に認識されることによる画像の劣化を防止することができる。

【0158】

上記の400nmの波長の透過率の比が6%を越えると、人間の目では認識され難い単波長域が認識し得る波長に再生されてしまい、逆に、上記の420nmの波長の透過率の比が15%よりも小さいと、人間の認識し得る波長域の再生が低くなり、色のバランスが悪くなる。

【0159】

このような波長を制限する手段は、補色モザイクフィルターを用いた撮像系においてより効果を奏するものである。

【0160】

上記各実施例では、図26に示すように、波長400nmにおける透過率を0%、420nmにおける透過率を90%、440nmにて透過率のピーク100

%となるコーティングとしている。

【0161】

前記した近赤外シャープカットコートとの作用の掛け合わせにより、波長450 nmの透過率99%をピークとして、400 nmにおける透過率を0%、420 nmにおける透過率を80%、600 nmにおける透過率を82%、700 nmにおける透過率を2%としている。それにより、より忠実な色再現を行っている。

【0162】

また、ローパスフィルターFは、像面上投影時の方位角度が水平($=0^\circ$)と $\pm 45^\circ$ 方向にそれぞれ結晶軸を有する3種類のフィルターを光軸方向に重ねて使用しており、それぞれについて、水平に $a \mu m$ 、 $\pm 45^\circ$ 方向にそれぞれ $SQRT(1/2) \times a$ だけずらすことで、モアレ抑制を行っている。ここで、S Q R Tは前記のようにスクエアルートであり平方根を意味する。

【0163】

また、CCDの撮像面I上には、図27に示す通り、シアン、マゼンダ、イエロー、グリーン(緑)の4色の色フィルターを撮像画素に対応してモザイク状に設けた補色モザイクフィルターを設けている。これら4種類の色フィルターは、それぞれが略同じ数になるように、かつ、隣り合う画素が同じ種類の色フィルターに対応しないようにモザイク状に配置されている。それにより、より忠実な色再現が可能となる。

【0164】

補色モザイクフィルターは、具体的には、図27に示すように少なくとも4種類の色フィルターから構成され、その4種類の色フィルターの特性は以下の通りであることが好ましい。

【0165】

グリーンの色フィルターGは波長 G_p に分光強度のピークを有し、

イエローの色フィルターY_eは波長 Y_p に分光強度のピークを有し、

シアンの色フィルターCは波長 C_p に分光強度のピークを有し、

マゼンダの色フィルターMは波長 M_{p1} と M_{p2} にピークを有し、以下の条件を満

足する。

【0166】

$$510\text{ nm} < G_p < 540\text{ nm}$$

$$5\text{ nm} < Y_p - G_p < 35\text{ nm}$$

$$-100\text{ nm} < C_p - G_p < -5\text{ nm}$$

$$430\text{ nm} < M_{p1} < 480\text{ nm}$$

$$580\text{ nm} < M_{p2} < 640\text{ nm}$$

さらに、グリーン、イエロー、シアンの色フィルターはそれぞれの分光強度のピークに対して波長530nmでは80%以上の強度を有し、マゼンダの色フィルターはその分光強度のピークに対して波長530nmでは10%から50%の強度を有することが、色再現性を高める上でより好ましい。

【0167】

上記各実施例におけるそれぞれの波長特性の一例を図28に示す。グリーンの色フィルターGは525nmに分光強度のピークを有している。イエローの色フィルターY_eは555nmに分光強度のピークを有している。シアンの色フィルターCは510nmに分光強度のピークを有している。マゼンダの色フィルターMは445nmと620nmにピークを有している。また、530nmにおける各色フィルターは、それぞれの分光強度のピークに対して、Gは99%、Y_eは95%、Cは97%、Mは38%としている。

【0168】

このような補色フィルターの場合、図示しないコントローラー（若しくは、デジタルカメラに用いられるコントローラー）で、電気的に次のような信号処理を行い、

輝度信号

$$Y = |G + M + Y_e + C| \times 1/4$$

色信号

$$R - Y = |(M + Y_e) - (G + C)|$$

$$B - Y = |(M + C) - (G + Y_e)|$$

の信号処理を経てR（赤）、G（緑）、B（青）の信号に変換される。

【0169】

ところで、上記した近赤外シャープカットコートの配置位置は、光路上のどの位置であってもよい。また、ローパスフィルターFの枚数も前記した通り2枚でも1枚でも構わない。

【0170】

次に、本発明の電子撮像装置に用いるズームレンズ中に形状が固定の開口絞り（固定絞り）と光量調整を行うフィルターあるいはシャッターを配置する場合の固定絞りの形状について、前記したように、望遠端における開放FナンバーFが、電子撮像素子の最小画素ピッチa（単位mm）に対し、

$$1. \ 5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} < F \text{ のとき},$$

撮像面の垂直方向又は水平方向の開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の開口絞りの長さに対して長いように設定することが望ましい。

【0171】

例えば、図29(a)～(c)の何れかの形状を用いることで、回折の影響を小さくすることが可能となる。例えば、特に水平方向の回折の影響を少なくしたい撮影では、開口絞りに横長の形状を用いることが好ましい。

【0172】

また、望遠端における開放FナンバーFが、電子撮像素子の最小画素ピッチa（単位mm）に対し、

$$1. \ 5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} > F \text{ のとき},$$

撮像面の垂直方向又は水平方向の開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の開口絞りの長さに対して短いように設定することが望ましい。

【0173】

例えば、図30(a)～(c)の何れかの形状を用いることで、幾何光学収差の影響を小さくすることが可能となる。例えば、特に水平方向の幾何光学収差の影響を少なくしたい撮影では、開口絞りに縦長の形状を用いることが好ましい。

【0174】

ところで、ズームレンズの数値データ上、固定絞りと次のレンズ面との間隔がマイナスの値となっていることがあるが、それはそのレンズ面の位置が固定絞り

の位置に対して光軸方向とは逆方向に位置することによる。このような実施例では、この固定絞りを平板としているが、もちろん円形の開口を持ったレンズ面への黒塗り（図34参照）としてもよい。また、図31のような漏斗状の絞りを凸のレンズ面の傾きに沿って被せるようにしてもよいし、また、レンズを保持する鏡棒によって絞りを形成するようにしてもよい。

【0175】

また、光量調節に際しては、図32に示したように、ターレット10"の開口1A"は素通し面又は中空の開口、開口1B"は透過率1/2のNDフィルター、開口1C"は透過率1/4のNDフィルター、開口1D"は透過率1/8のNDフィルター等を設けたターレット状のものを用いることができる。

【0176】

また、光量調節のフィルターとして、光量ムラを抑えるように光量調節が可能なフィルター面を設けてもよい。例えば、暗い被写体に対しては中心部の光量確保を優先して透過率を均一とし、明るい被写体に対してのみ明るさムラを補うように、図33に示すように、同心円状に光量が中心程低下するフィルターを配する構成としてもよい。

【0177】

さらに、図34に模式的に示すように、フィルターS2を光路中に揺動にて挿脱する構成としてもよい。特に、このような実施例の場合、第2レンズ群G2以降にスペースができるため、スペースを節約したこの揺動構造を用いることができる。

【0178】

また、NDフィルターの反射光によるゴーストを低減させるために、図35に模式的に示すように、光量を調整するフィルターS2を光軸に対して傾けるように構成してもよい。このとき、フィルターS2を揺動構造とすると、揺動時の移動角を鋭角の範囲とできるため、撮影動作を速くできる。

【0179】

また、光量を調整するフィルターを2枚の偏光フィルターの偏光方向を変えることにより光量調整を行う構成としてもよい。また、フィルターに代えてシャッ

ターを設けててもよいし、併設させてもよい。シャッターは像面近傍に配した移動幕によるフォーカルプレーンシャッターとしてもよいし、光路途中に設けた2枚羽のレンズシャッター、フォーカルプレーンシャッター、液晶シャッター等、種々のもので構わない。

【0180】

図36にシャッターの一例を示す。図26に示すものは、フォーカルプレーンシャッターの1つであるロータリーフォーカルプレーンシャッターの例であり、図36(a)は裏面側から見た図、図36(b)は表面側から見た図である。15はシャッター基板であり、像面の直前又は任意の光路位置に配される構成となっている。基板15には、光学系の有効光束を透過する開口部16が設けられている。17はロータリーシャッターモードである。18はロータリーシャッターモード17の回転軸であり、回転軸18は基板15に対して回転し、ロータリーシャッターモード17と一体化されている。回転軸18は基板15の表面のギヤ19、20と連結されている。このギア19、20は図示しないモーターと連結されている。

【0181】

このような構成において、図示しないモーターの駆動により、ギア19、20、回転軸18を介して、ロータリーシャッターモード17が回転軸18を中心に回転するように構成されている。

【0182】

このロータリーシャッターモード17は略半円型に構成され、回転により基板15の開口部16の遮蔽と退避を行い、シャッターの役割を果たしている。シャッタースピードはこのロータリーシャッターモード17の回転するスピードを変えることで調整される。

【0183】

図37(a)～(d)は、ロータリーシャッターモード17が回転する様子を像面側からみた図である。時間を追って図の(a)、(b)、(c)、(d)、(a)の順で移動する。

【0184】

以上のように、ズームレンズ中の異なる位置に形状が固定の開口絞りと光量調

整を行うフィルターあるいはシャッターを配置することにより、回折の影響を抑えて高画質を保ちつつ、フィルターやシャッターにより光量調整が行え、かつ、ズームレンズの全長の短縮化も可能とした撮像装置を得ることができる。

【0185】

さて、以上のような本発明の電子撮像装置は、ズームレンズで物体像を形成しその像をCCDや銀塩フィルムといった撮像素子に受光させて撮影を行う撮影装置、とりわけデジタルカメラやビデオカメラ、情報処理装置の例であるパソコン、電話、特に持ち運びに便利な携帯電話等に用いることができる。以下に、その実施形態を例示する。

【0186】

図38～図40は、本発明によるズームレンズをデジタルカメラの撮影光学系41に組み込んだ構成の概念図を示す。図38はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図39は同後方斜視図、図40はデジタルカメラ40の構成を示す断面図である。デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42を有する撮影光学系41、ファインダー用光路44を有するファインダー光学系43、シャッター45、フラッシュ46、液晶表示モニター47等を含み、カメラ40の上部に配置されたシャッター45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が、近赤外カットコートを設けた光学的ローパスフィルターFを介してCCD49の撮像面上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、処理手段51を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、この処理手段51には記録手段52が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、この記録手段52は処理手段51と別体に設けてもよいし、フロッピーディスクやメモリーカード、MO等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD49に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

【0187】

さらに、ファインダー用光路44上にはファインダー用対物光学系53が配置してある。このファインダー用対物光学系53によって形成された物体像は、像

正立部材であるポロプリズム55の視野棒57上に形成される。このポリプリズム55の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球Eに導く接眼光学系59が配置されている。なお、撮影光学系41及びファインダー用対物光学系53の入射側、接眼光学系59の射出側にそれぞれカバー部材50が配置されている。

【0188】

このように構成されたデジタルカメラ40は、撮影光学系41が広画角で高変倍比であり、収差が良好で、明るく、フィルター等が配置できるバックフォーカスの大きなズームレンズであるので、高性能・低コスト化が実現できる。

【0189】

なお、図40の例では、カバー部材50として平行平面板を配置しているが、パワーを持ったレンズを用いてもよい。

【0190】

次に、本発明のズームレンズが対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコンが図41～図43に示される。図41はパソコン300のカバーを開いた前方斜視図、図42はパソコン300の撮影光学系303の断面図、図43は図41の状態の側面図である。図41～図43に示されるように、パソコン300は、外部から操作者が情報を入力するためのキーボード301と、図示を省略した情報処理手段や記録手段と、情報を操作者に表示するモニター302と、操作者自身や周辺の像を撮影するための撮影光学系303とを有している。ここで、モニター302は、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子や、CRTディスプレイ等であってよい。また、図中、撮影光学系303は、モニター302の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター302の周囲や、キーボード301の周囲のどこであってもよい。

【0191】

この撮影光学系303は、撮影光路304上に、本発明によるズームレンズ（図では略記）からなる対物レンズ112と、像を受光する撮像素子チップ162とを有している。これらはパソコン300に内蔵されている。

【0192】

ここで、撮像素子チップ162上には光学的ローパスフィルターFが付加的に貼り付けられて撮像ユニット160として一体に形成され、対物レンズ112の鏡枠113の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ112と撮像素子チップ162の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠113の先端には、対物レンズ112を保護するためのカバーガラス114が配置されている。なお、鏡枠113中のズームレンズの駆動機構は図示を省いてある。

【0193】

撮像素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、パソコン300の処理手段に入力され、電子画像としてモニター302に表示される、図41には、その一例として、操作者の撮影された画像305が示されている。また、この画像305は、処理手段を介し、インターネットや電話を介して、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。

【0194】

次に、本発明のズームレンズが撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話が図44に示される。図44(a)は携帯電話400の正面図、図44(b)は側面図、図44(c)は撮影光学系405の断面図である。図44(a)～(c)に示されるように、携帯電話400は、操作者の声を情報として入力するマイク部401と、通話相手の声を出力するスピーカ部402と、操作者が情報を入力する入力ダイアル403と、操作者自身や通話相手等の撮影像と電話番号等の情報を表示するモニター404と、撮影光学系405と、通信電波の送信と受信を行うアンテナ406と、画像情報や通信情報、入力信号等の処理を行う処理手段(図示せず)とを有している。ここで、モニター404は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置は、特にこれらに限られない。この撮影光学系405は、撮影光路407上に配置された本発明によるズームレンズ(図では略記)からなる対物レンズ112と、物体像を受光する撮像素子チップ162とを有している。これらは、携帯電話400に内蔵されている。

【0195】

ここで、撮像素子チップ162上には光学的ローパスフィルターFが付加的に貼り付けられて撮像ユニット160として一体に形成され、対物レンズ112の鏡枠113の後端にワンタッチで嵌め込まれて取り付け可能になっているため、対物レンズ112と撮像素子チップ162の中心合わせや面間隔の調整が不要であり、組立が簡単となっている。また、鏡枠113の先端には、対物レンズ112を保護するためのカバーガラス114が配置されている。なお、鏡枠113中のズームレンズの駆動機構は図示を省いてある。

【0196】

撮影素子チップ162で受光された物体像は、端子166を介して、図示していない処理手段に入力され、電子画像としてモニター404に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、通信相手に画像を送信する場合、撮像素子チップ162で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する信号処理機能が処理手段には含まれている。

【0197】

なお、以上の各実施例は、前記の特許請求の範囲や下記の付記の構成に合わせて種々変更することができる。

【0198】

以上の本発明の撮像装置は例えば次のように構成することができる。

【0199】

[1] 各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置において、前記開口絞りは絞り形状が固定であり、

前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上に、透過率の変更によって光量調整を行うフィルターが配されていることを特徴とする撮像装置。

【0200】

[2] 望遠端における開放F値Fが、前記電子撮像素子の最小画素ピッチa(単位mm)に対して、 $1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} < F$ のとき、撮像面の垂直方向又は水平方向の前記開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の

前記開口絞りの長さに対して長いか、若しくは、

望遠端における開放F値Fが、前記電子撮像素子の最小画素ピッチa（単位m m）に対して、 $1.5 \times 10^3 \times a / 1 \text{ mm} > F$ のとき、

撮像面の垂直方向又は水平方向の前記開口絞りの長さが、撮像面の対角方向の前記開口絞りの長さに対して短い、

ことを特徴とする上記1記載の撮像装置。

【0201】

〔3〕 前記ズームレンズにおける可変の空気間隔の中で最小の空気間隔、又は、一定の空気間隔の中で最も長い空気間隔中に前記フィルターを配したこと特徴とする上記1記載の撮像装置。

【0202】

〔4〕 前記光量調整を行うフィルターは、中心部の透過率に対して周辺部の透過率を高くした透過面を少なくとも1つ有することを特徴とする上記1記載の撮像装置。

【0203】

〔5〕 前記光量調整を行うフィルターを光軸に対して傾ける配置が可能なことを特徴とする上記1記載の撮像装置。

【0204】

〔6〕 前記開口絞りは、変倍時若しくは合焦点動作の際に可変の空気間隔を挟む前後のレンズ群の間に配され、前記光量調整を行うフィルターは、前記空気間隔とは異なる位置に配されることを特徴とする上記1に記載の撮像装置。

【0205】

〔7〕 前記開口絞りは、その開口絞りから光軸に下ろした垂線と光軸との交わる位置が、レンズ群中のレンズ媒質内に位置することを特徴とする上記1から6の何れか1項記載の撮像装置。

【0206】

〔8〕 前記開口絞りは、前記レンズ群中の何れかのレンズ面に接して設けられることを特徴とする上記7記載の撮像装置。

【0207】

〔9〕 前記開口絞りを、光軸側に開口を設けた口径板としたことを特徴とする上記1から8の何れか1項記載の撮像装置。

【0208】

〔10〕 前記ズームレンズは、少なくとも負の屈折力のレンズ群と、その像側直後に配された正の屈折力のレンズ群を有し、広角端よりも望遠端において前記負の屈折力のレンズ群と前記正の屈折力のレンズ群との間隔が減少し、

前記開口絞りを前記負の屈折力のレンズ群の最も像側面から前記正の屈折力のレンズ群の像側面の間に配し、

前記光量調整を行うフィルターを前記開口絞りよりも像面側に配したことを特徴とする上記1から9の何れか1項記載の撮像装置。

【0209】

〔11〕 前記負の屈折力のレンズ群を最も物体側に配置したことを特徴とする上記10記載の撮像装置。

【0210】

〔12〕 前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群を有し、変倍時に可動のレンズ群は、前記負の屈折力を有するレンズ群と前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とする上記10記載の撮像装置。

【0211】

〔13〕 前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とする上記10記載の撮像装置。

【0212】

〔14〕 前記開口絞りは、前記正の屈折力のレンズ群直前の空気間隔中に配されることを特徴とする上記10から13の何れか1項記載の撮像装置。

【0213】

〔15〕 前記光量調整を行うフィルターは、前記正の屈折力のレンズ群の直後の空気間隔中に配することを特徴とする上記10から14の何れか1項記載の撮像装置。

【0214】

〔16〕 前記開口絞りとそれよりも像側の前記光量調整を行うフィルターの入射面との光軸上の距離を α 、前記光量調整を行うフィルターの入射面と前記電子撮像素子における撮像面までの光軸上での距離を β としたときに、常に以下の条件を満足することを特徴とする上記1から15の何れか1項記載の撮像装置。

【0215】

$$0.01 < \alpha / \beta < 1.3 \quad \cdots (1)$$

〔17〕 前記開口絞りの開口の最大開口径（直径）を $\phi\alpha$ 、前記光量調整を行うフィルターの最大有効径（対角長）を $\phi\beta$ とするとときに、以下の条件を満足することを特徴とする上記1から16の何れか1項記載の撮像装置。

【0216】

$$0.5 < \phi\beta / \phi\alpha < 1.5 \quad \cdots (2)$$

〔18〕 前記開口絞りは可変間隔に配され、前記開口絞りの直前のレンズ面及び直後のレンズ面は共に像側に凹面を向け、前記開口絞りの外形が、光軸から離れる程像側に傾いた漏斗形状であることを特徴とする上記1から17の何れか1項記載の撮像装置。

【0217】

〔19〕 前記光量調整を行うフィルターは、光路中に挿脱可能に構成されていることを特徴とする上記1から18の何れか1項記載の撮像装置。〔20〕

前記光量調整を行うフィルターは、光軸上から待避する際に、面が光軸と平行に近づく方向に揺動することを特徴とする上記19記載の撮像装置。

【0218】

〔21〕 各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子を備えた撮像装置において、前記開口絞りは絞り形状が固定であり、

前記開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上にシャッターが配されていることを特徴とする撮像装置。

【0219】

〔22〕 前記開口絞りは、変倍時若しくは合焦点動作の際に可変の空気間隔を挟む前後のレンズ群の間に配され、前記シャッターは、前記空気間隔とは異なる位置に配されることを特徴とする上記21記載の撮像装置。

【0220】

〔23〕 前記開口絞りは、その開口絞りから光軸に下ろした垂線と光軸との交わる位置が、レンズ群中のレンズ媒質内に位置することを特徴とする上記21又は22記載の撮像装置。

【0221】

〔24〕 前記開口絞りは、前記レンズ群中の何れかのレンズ面に接して設けられることを特徴とする上記23記載の撮像装置。

【0222】

〔25〕 前記開口絞りを、光軸側に開口を設けた口径板としたことを特徴とする上記21から24の何れか1項記載の撮像装置。

【0223】

〔26〕 前記ズームレンズは、少なくとも負の屈折力のレンズ群と、その像側直後に配された正の屈折力のレンズ群を有し、広角端よりも望遠端において前記負の屈折力のレンズ群と前記正の屈折力のレンズ群との間隔が減少し、前記開口絞りを前記負の屈折力のレンズ群の最も像側面から前記正の屈折力のレンズ群の像側面の間に配し、

前記シャッターを前記開口絞りよりも像面側に配したことと特徴とする上記21から25の何れか1項記載の撮像装置。

【0224】

〔27〕 前記負の屈折力のレンズ群を最も物体側に配置したことを特徴とする上記26記載の撮像装置。

【0225】

〔28〕 前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群を有し、変倍時に可動のレンズ群は、前記負の屈折力を有するレンズ群と前記正の屈折力を有するレンズ群の2つ

のレンズ群のみであることを特徴とする上記26記載の撮像装置。

【0226】

〔29〕 前記ズームレンズは、物体側から順に、前記負の屈折力を有するレンズ群と、前記正の屈折力を有するレンズ群の2つのレンズ群のみであることを特徴とする上記26記載の撮像装置。

【0227】

〔30〕 前記開口絞りは、前記正の屈折力のレンズ群直前の空気間隔中に配されることを特徴とする上記26から29の何れか1項記載の撮像装置。

【0228】

〔31〕 前記シャッターは、前記正の屈折力のレンズ群の直後の空気間隔中に配することを特徴とする上記26から30の何れか1項記載の撮像装置。

【0229】

〔32〕 前記開口絞りとそれよりも像側の前記シャッターとの光軸上の距離を α' 、前記シャッターと前記電子撮像素子における撮像面までの光軸上での距離を β' としたときに、常に以下の条件を満足することを特徴とする上記21から31の何れか1項記載の撮像装置。

【0230】

$$0.01 < \alpha' / \beta' < 1.3 \quad \cdots (3)$$

〔33〕 前記開口絞りの開口の最大開口径（直径）を $\phi\alpha$ 、前記シャッターの最大有効径（対角長）を $\phi\beta'$ とするときに、以下の条件を満足することを特徴とする上記21から32の何れか1項記載の撮像装置。

【0231】

$$0.5 < \phi\beta' / \phi\alpha < 1.5 \quad \cdots (4)$$

〔34〕 前記開口絞りは可変間隔に配され、前記開口絞りの直前のレンズ面及び直後のレンズ面は共に像側に凹面を向け、前記開口絞りの外形が、光軸から離れる程像側に傾いた漏斗形状であることを特徴とする上記21から33の何れか1項記載の撮像装置。

【0232】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、回折の影響を抑えて高画質を保ちつつ、フィルターやシャッターにより光量調整が行え、かつ、ズームレンズの全長の短縮化も可能としたデジタルカメラ等の撮像装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の撮像装置に用いられるズームレンズの実施例1の無限遠物点合焦時の広角端でのレンズ断面図である。

【図2】

実施例2のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図3】

実施例3のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図4】

実施例4のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図5】

実施例5のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図6】

実施例6のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図7】

実施例7のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図8】

実施例8のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図9】

実施例9のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図10】

実施例10のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図11】

実施例11のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図12】

実施例12のズームレンズの図1と同様のレンズ断面図である。

【図13】

実施例1の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図14】

実施例2の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図15】

実施例3の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図16】

実施例4の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図17】

実施例5の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図18】

実施例6の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図19】

実施例7の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図20】

実施例8の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図21】

実施例9の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図22】

実施例10の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図23】

実施例11の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図24】

実施例12の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図25】

近赤外シャープカットコートの一例の透過率特性を示す図である。

【図26】

ローパスフィルターの射出面側に設ける色フィルターの一例の透過率特性を示

す図である。

【図27】

補色モザイクフィルターの色フィルター配置を示す図である。

【図28】

補色モザイクフィルターの波長特性の一例を示す図である。

【図29】

固定絞りとフィルターあるいはシャッターを配置する本発明によるズームレンズの固定絞りがF値の理論限界より大きいときの固定絞りの形状例を示す図である。

【図30】

固定絞りとフィルターあるいはシャッターを配置する本発明によるズームレンズの固定絞りがF値の理論限界より小さいときの固定絞りの形状例を示す図である。

【図31】

漏斗状固定絞りの例を示す図である。

【図32】

本発明において利用可能なターレット状の光量調整フィルターを示す図である

【図33】

光量ムラを抑えるフィルターの例を示す図である。

【図34】

光路中に揺動にて挿脱するフィルターの例を示す図である。

【図35】

反射光によるゴーストを低減させるフィルターの揺動挿脱構造を示す図である

【図36】

ロータリーフォーカルプレーンシャッターの例を示す裏面図と表面図である。

【図37】

図36のシャッターのロータリーシャッター幕が回転する様子を示す図である

【図38】

本発明によるズームレンズを組み込んだデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。

【図39】

図38のデジタルカメラの後方斜視図である。

【図40】

図38のデジタルカメラの断面図である。

【図41】

本発明によるズームレンズが対物光学系として組み込まれたパソコンのカバーを開いた前方斜視図である。

【図42】

パソコンの撮影光学系の断面図である。

【図43】

図41の状態の側面図である。

【図44】

本発明によるズームレンズが対物光学系として組み込まれた携帯電話の正面図、側面図、その撮影光学系の断面図である。

【符号の説明】

G1…第1群

G2…第2群

G3…第3群

G4…第4群

F…光学的ローパスフィルター

F'…ローパスフィルターとCCDのカバーガラスを一体化し波長選択コートを施した平行平板

C…カバーガラス

I…像面

E…観察者眼球

S 2 …光量調整フィルター

1 A"、1 B"、1 C"、1 D" …開口

1 O" …ターレット

1 5 …シャッター基板

1 6 …開口部

1 7 …ロータリーシャッター幕

1 8 …回転軸

1 9、2 0 …ギヤ

4 0 …デジタルカメラ

4 1 …撮影光学系

4 2 …撮影用光路

4 3 …ファインダー光学系

4 4 …ファインダー用光路

4 5 …シャッター

4 6 …フラッシュ

4 7 …液晶表示モニター

4 9 …C C D

5 0 …カバー部材

5 1 …処理手段

5 2 …記録手段

5 3 …ファインダー用対物光学系

5 5 …ポロプリズム

5 7 …視野枠

5 9 …接眼光学系

1 1 2 …対物レンズ

1 1 3 …鏡枠

1 1 4 …カバーガラス

1 6 0 …撮像ユニット

1 6 2 …撮像素子チップ

166…端子

300…パソコン

301…キーボード

302…モニター

303…撮影光学系

304…撮影光路

305…画像

400…携帯電話

401…マイク部

402…スピーカ部

403…入力ダイアル

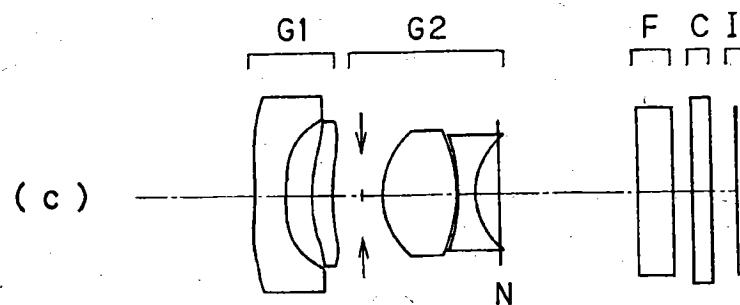
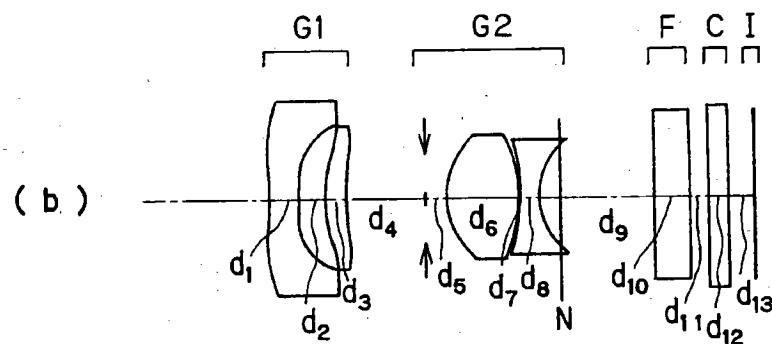
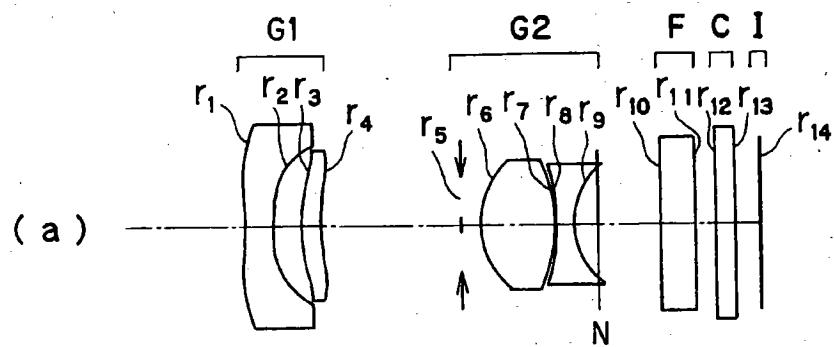
404…モニター

405…撮影光学系

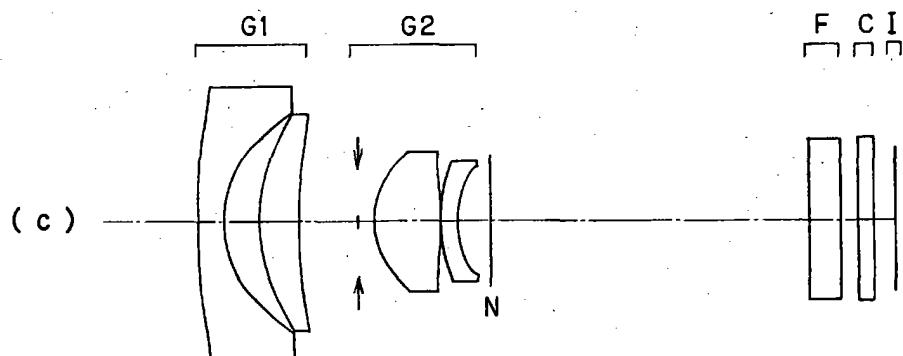
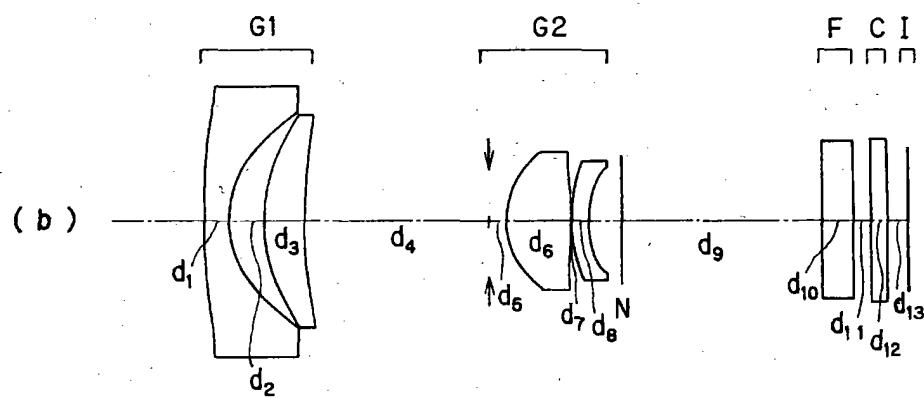
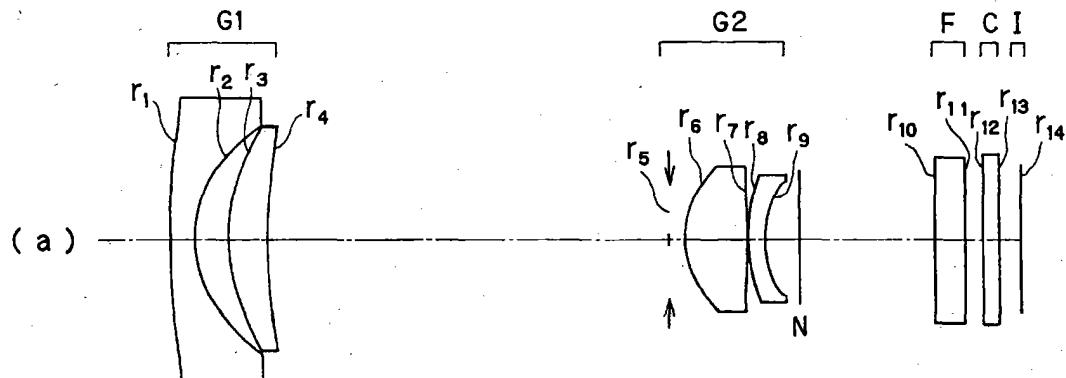
406…アンテナ

407…撮影光路

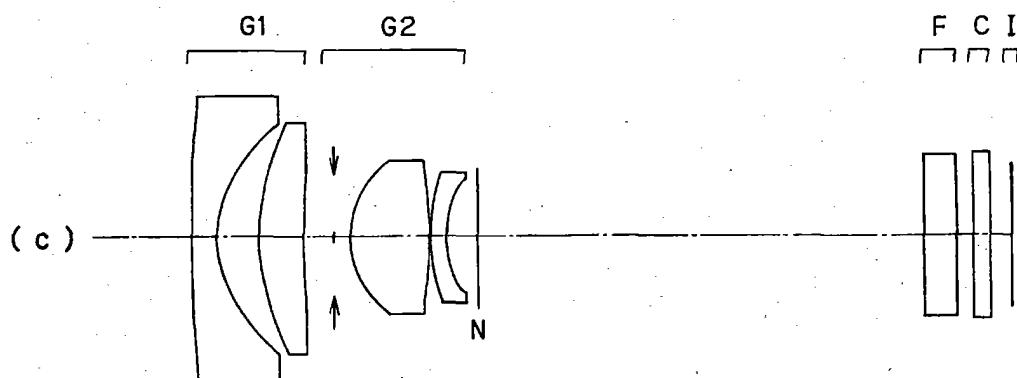
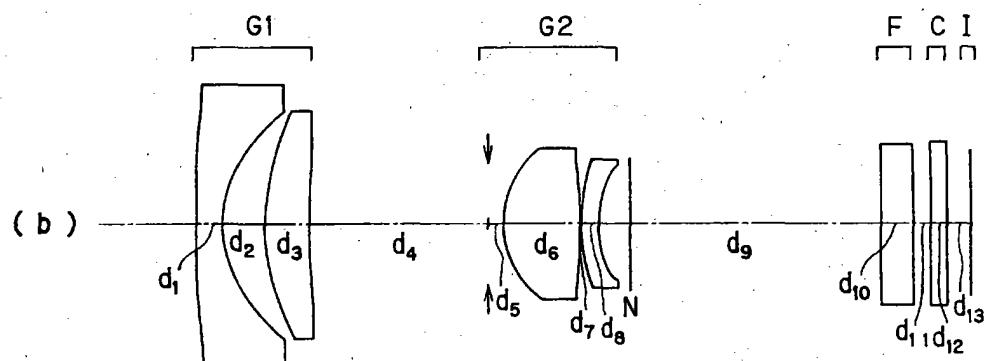
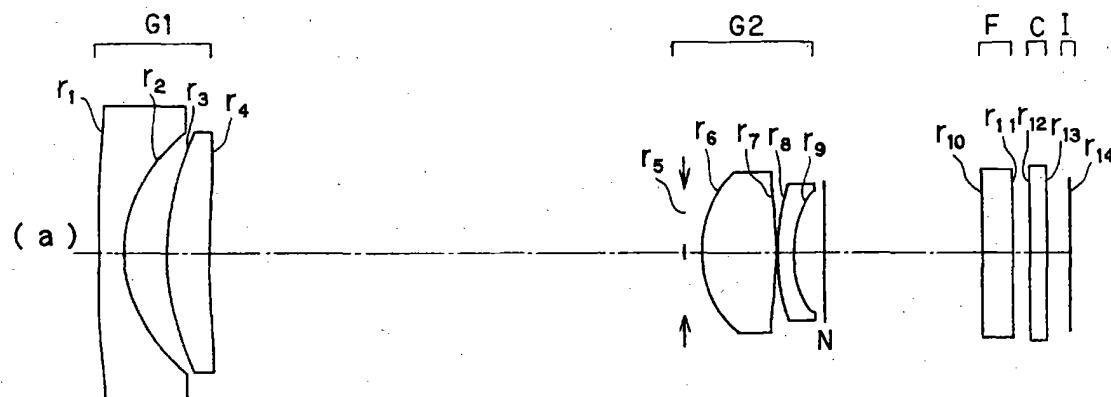
【書類名】 図面
【図1】



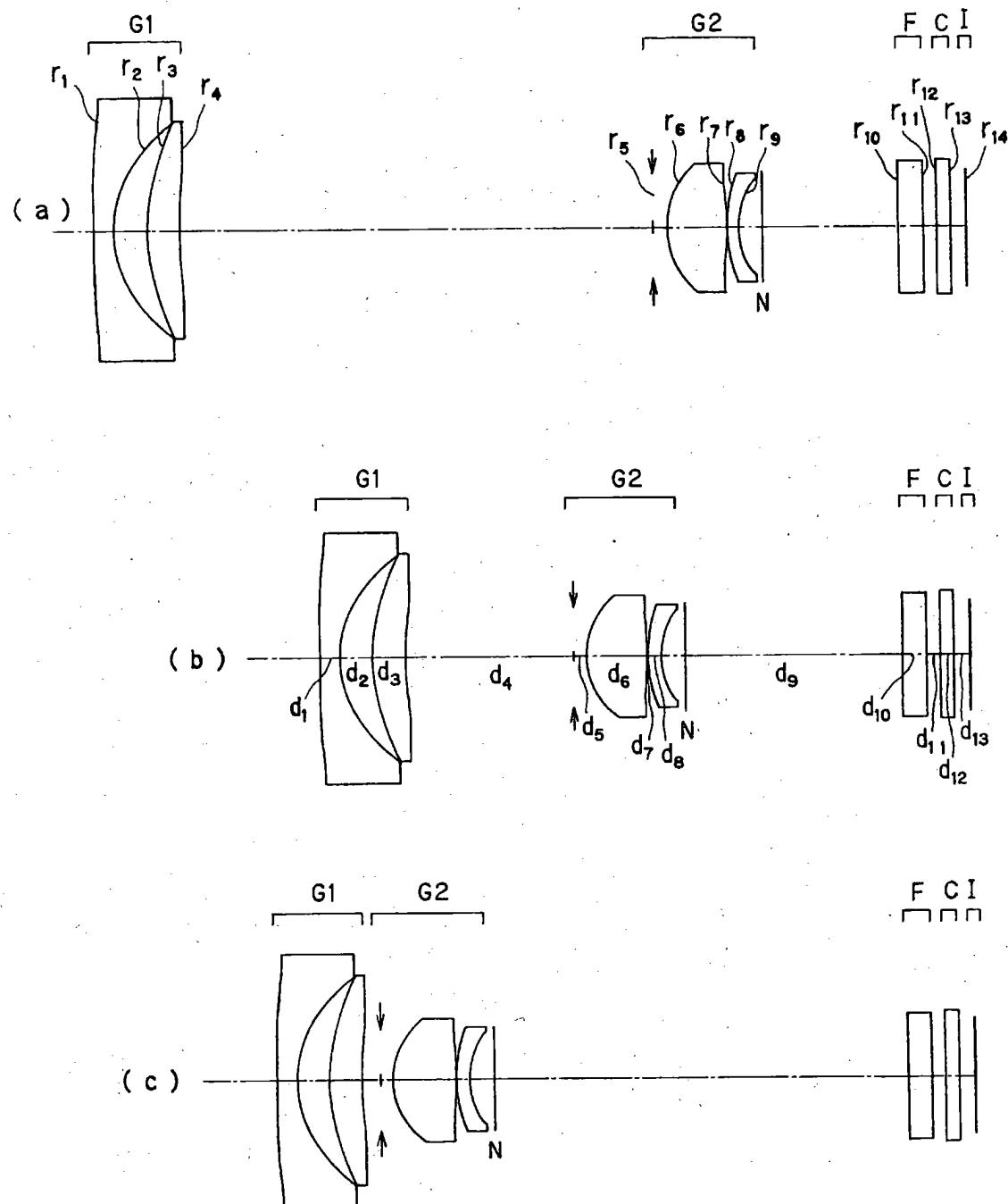
【図2】



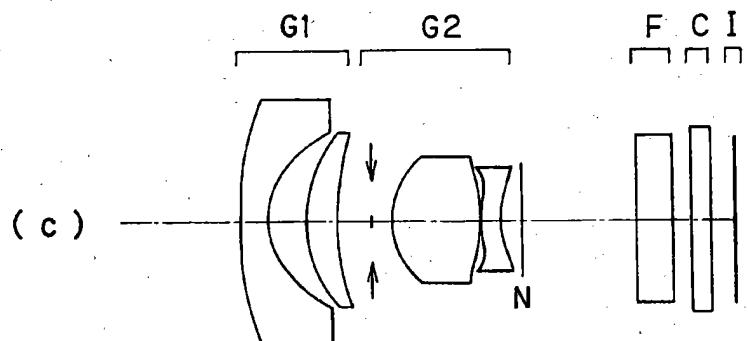
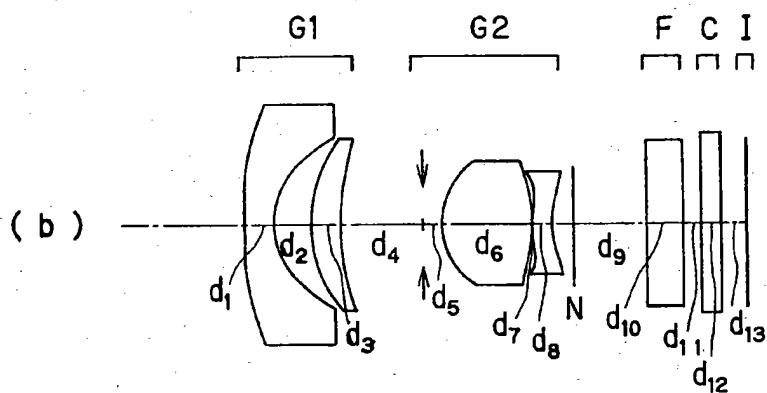
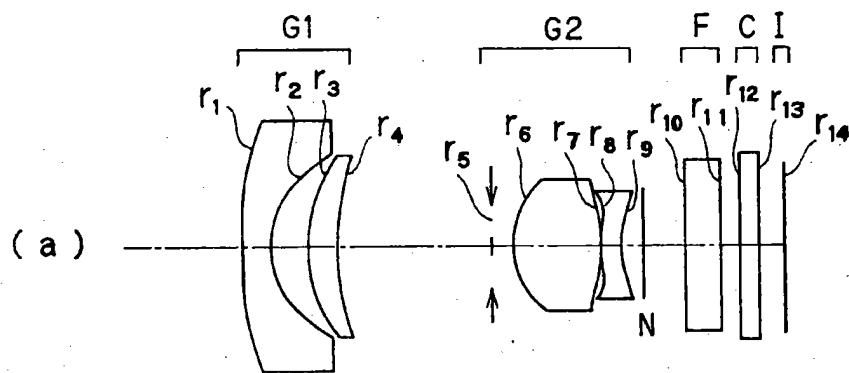
【図3】



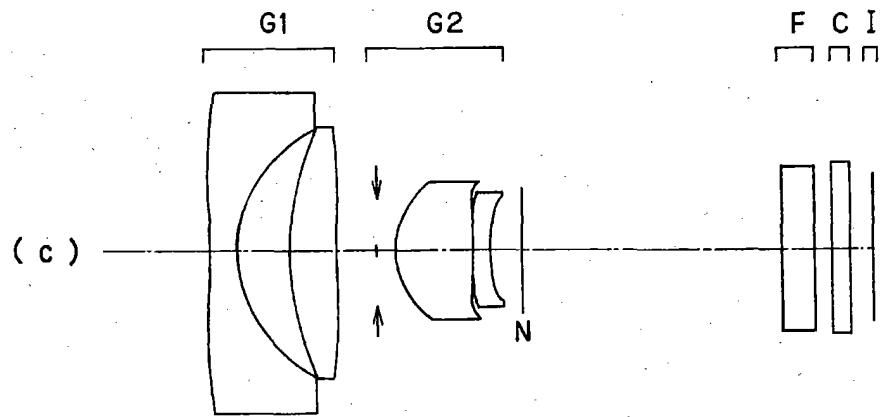
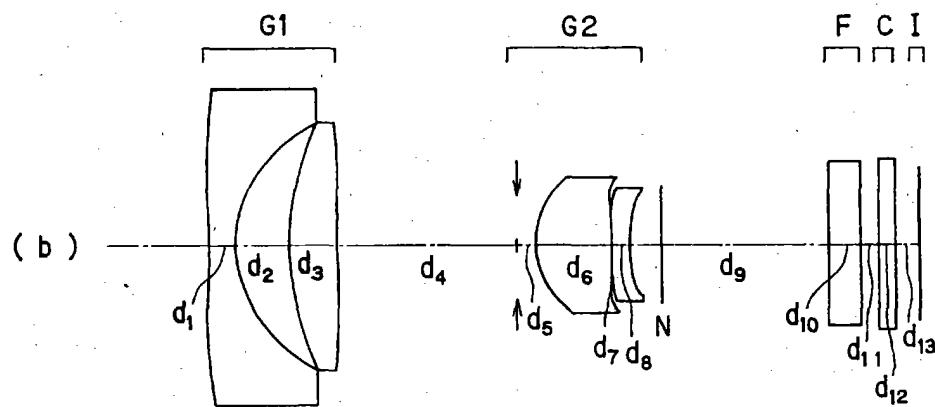
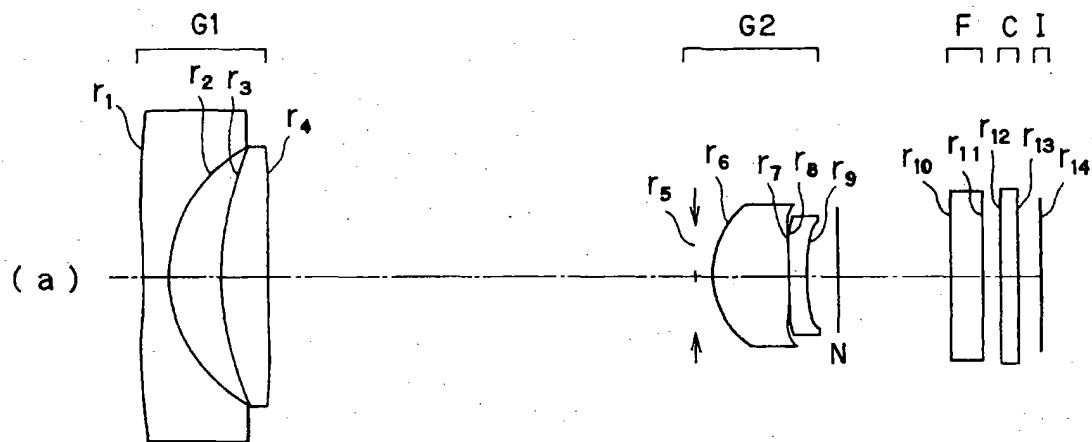
【図4】



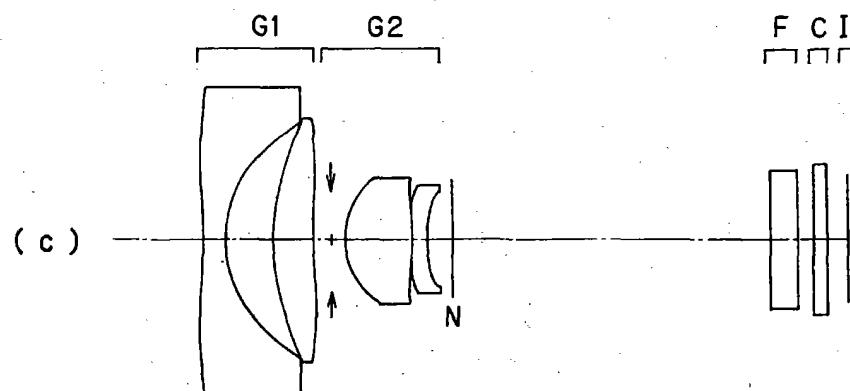
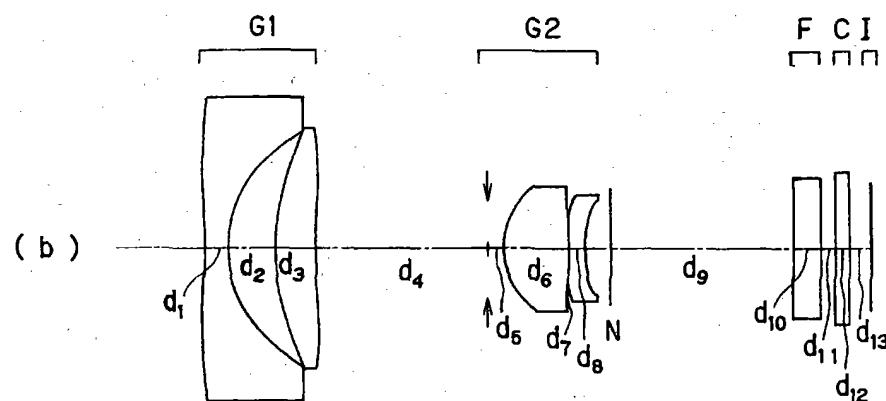
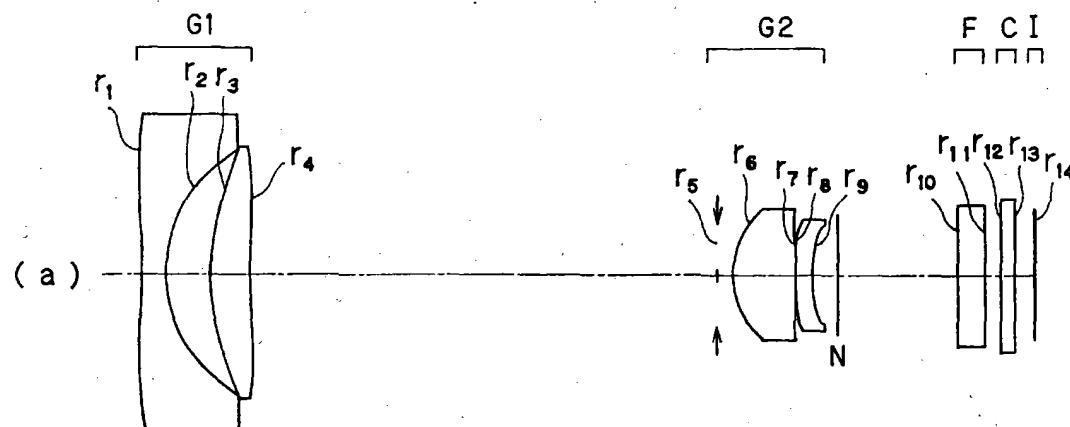
【図5】



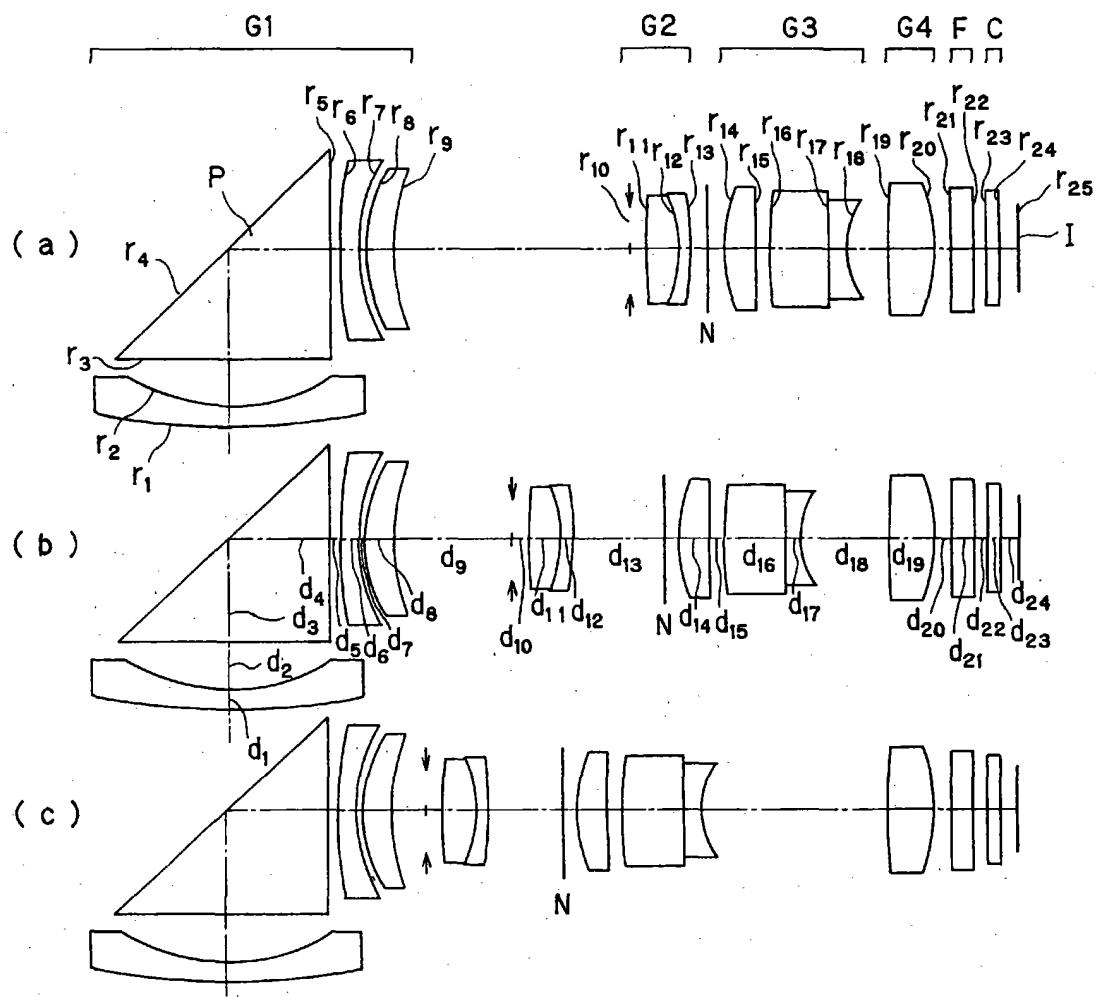
【図6】



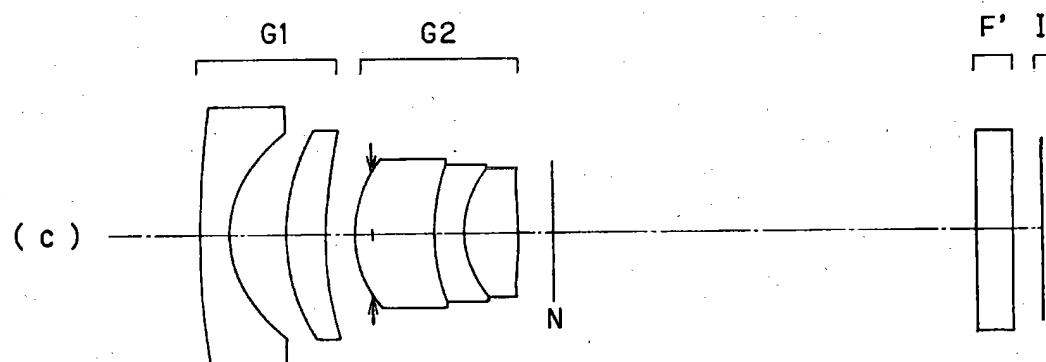
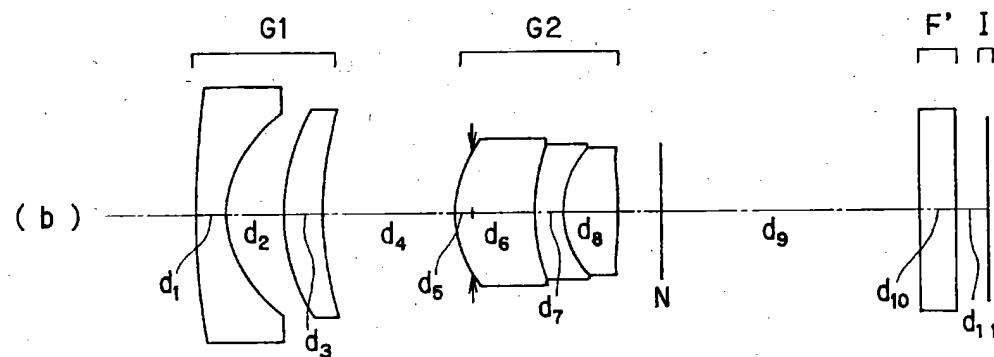
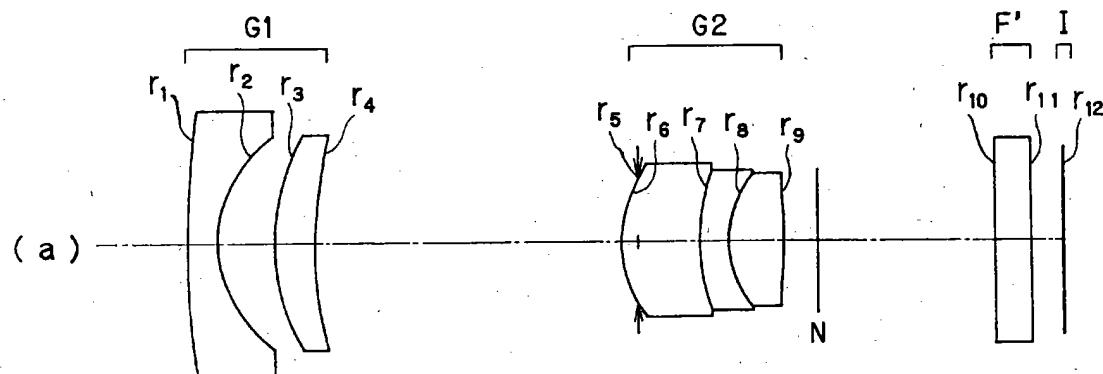
【図7】



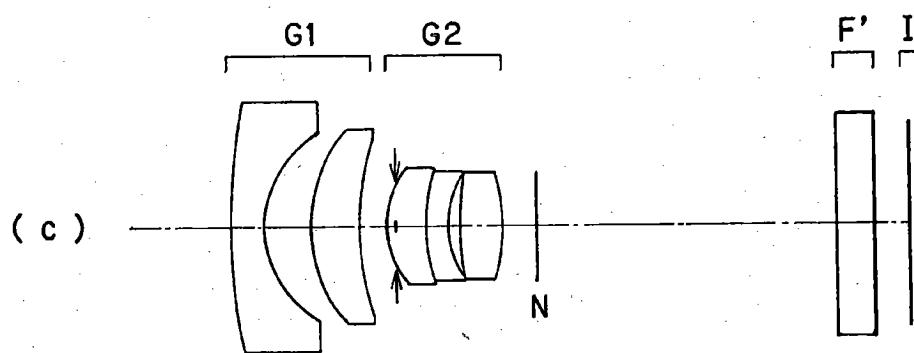
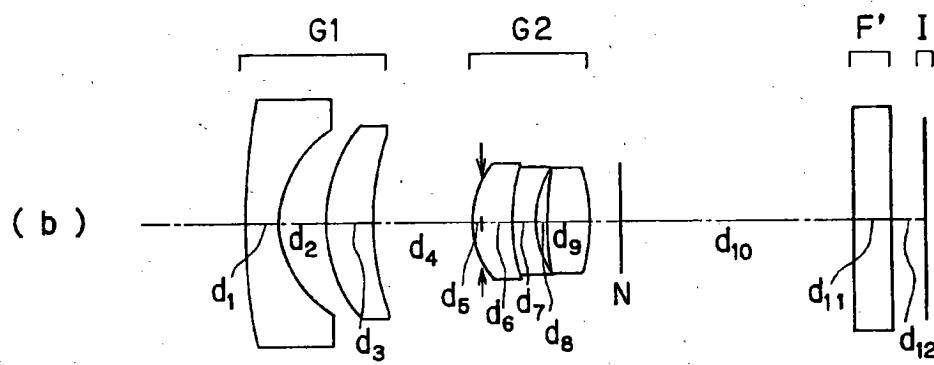
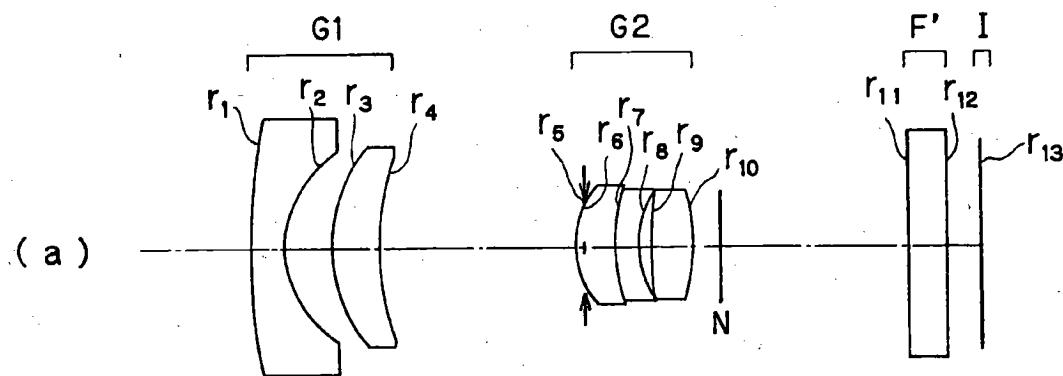
【図8】



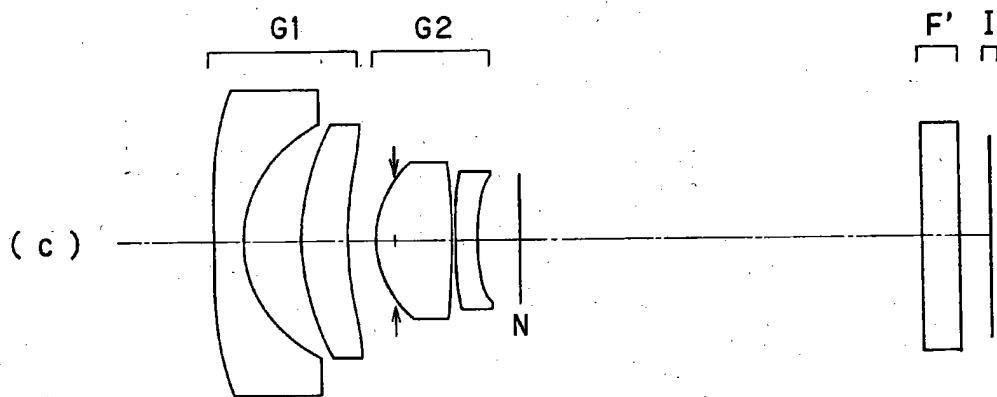
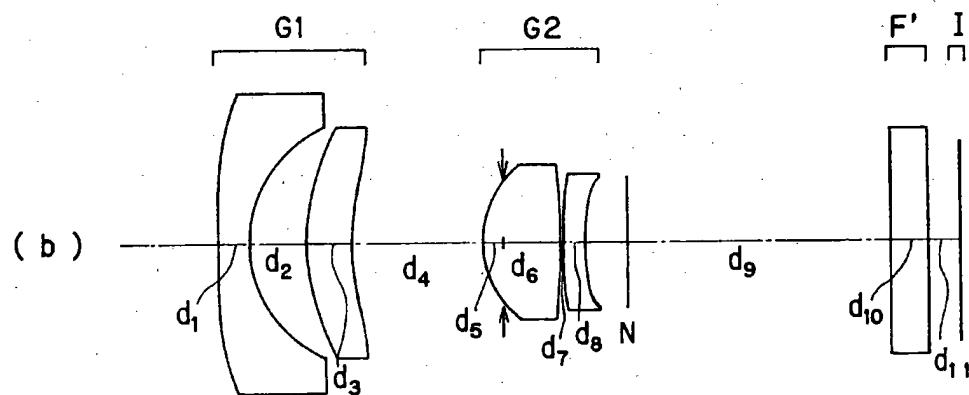
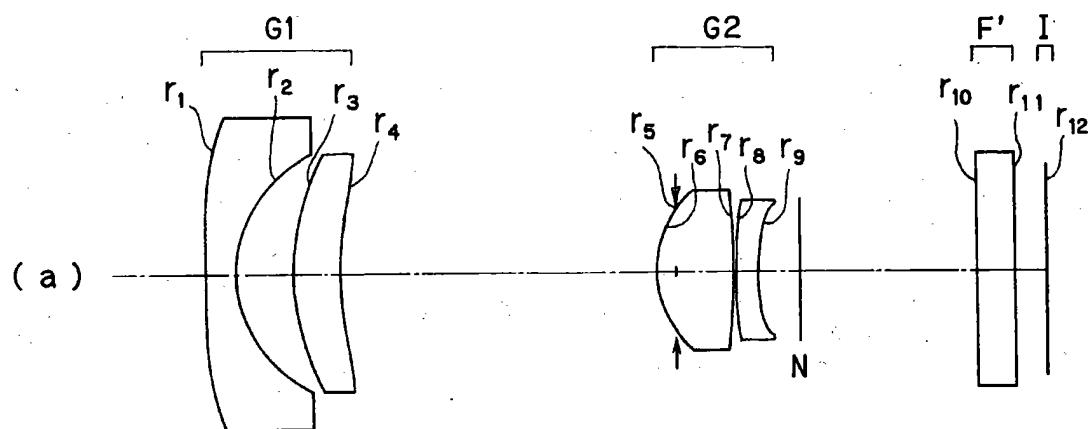
【図9】



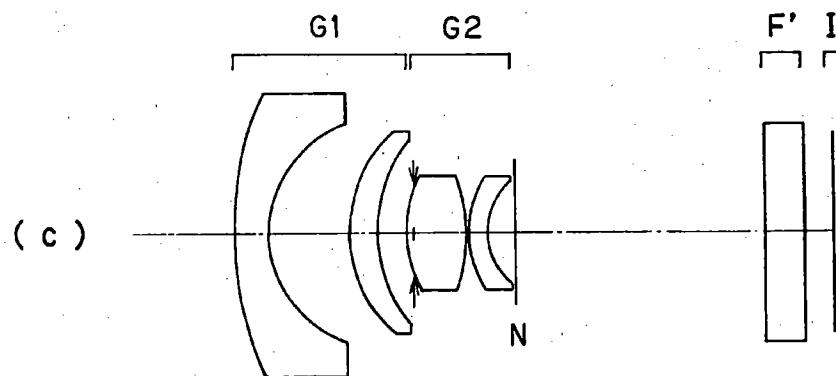
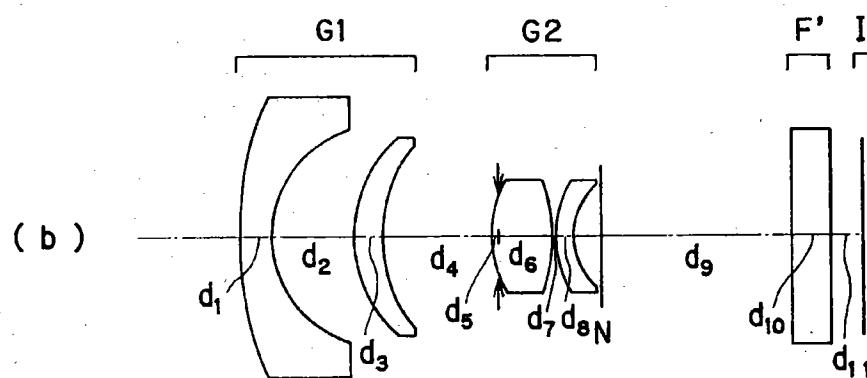
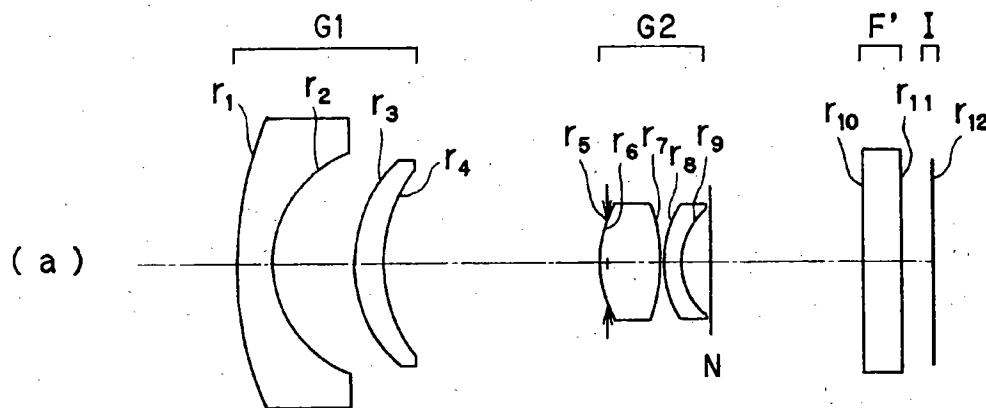
【図10】



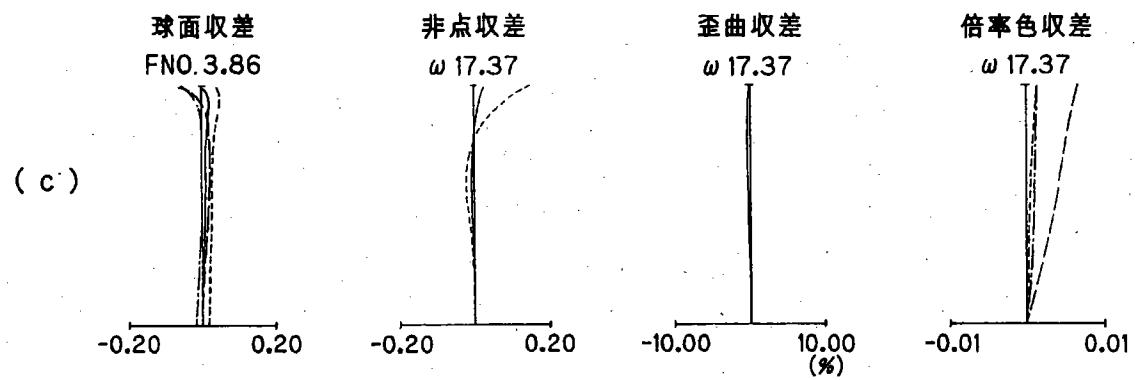
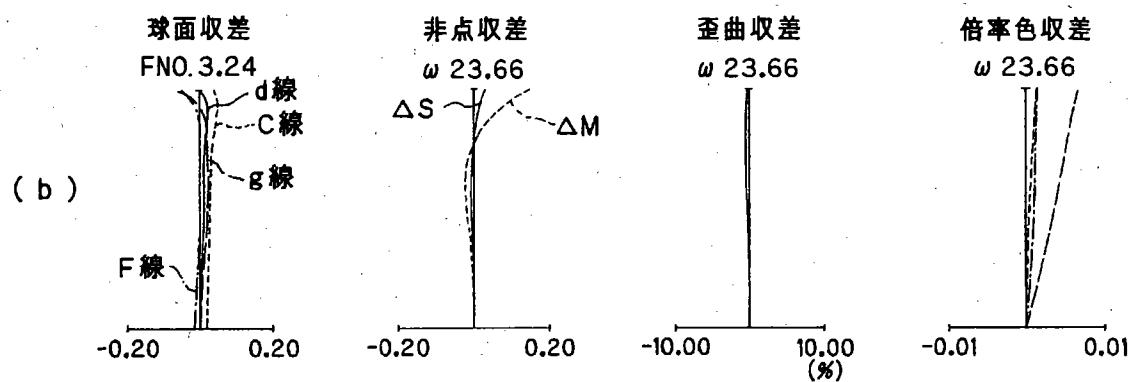
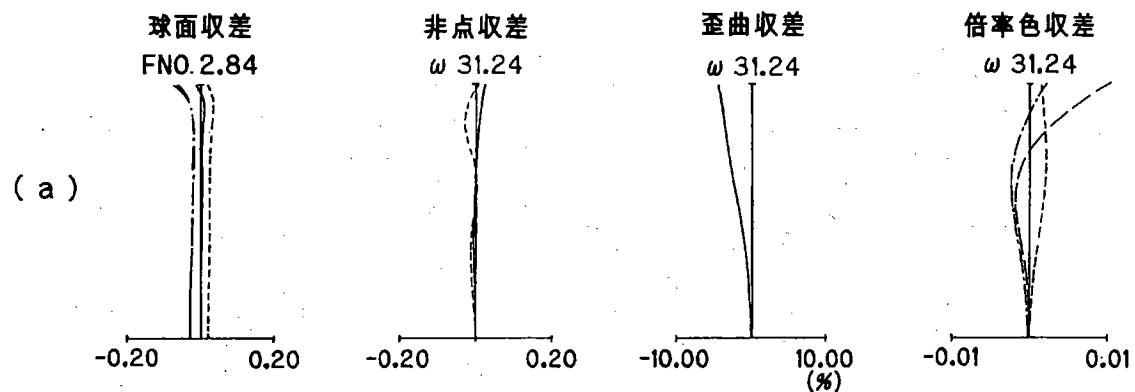
【図11】



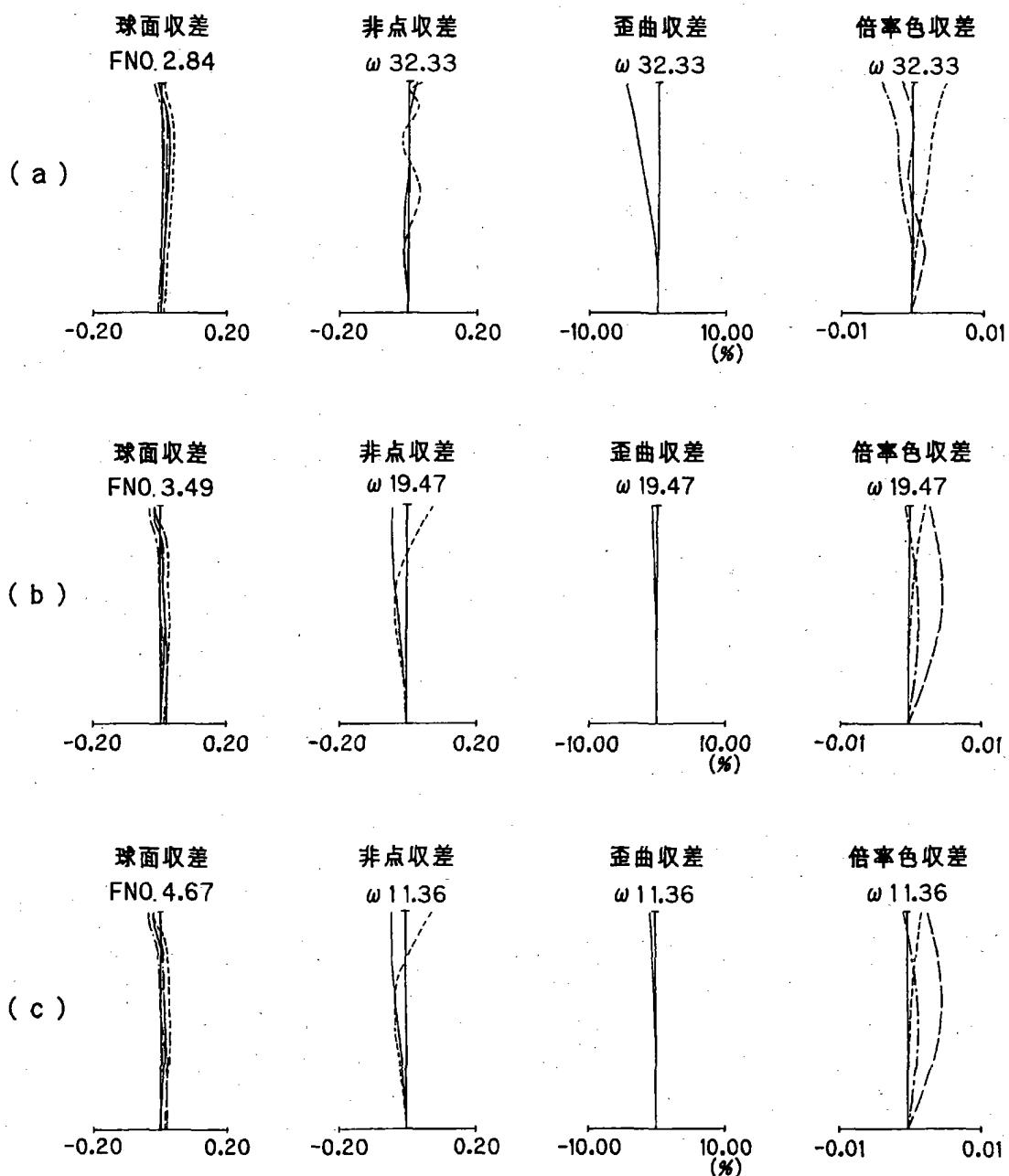
【図12】



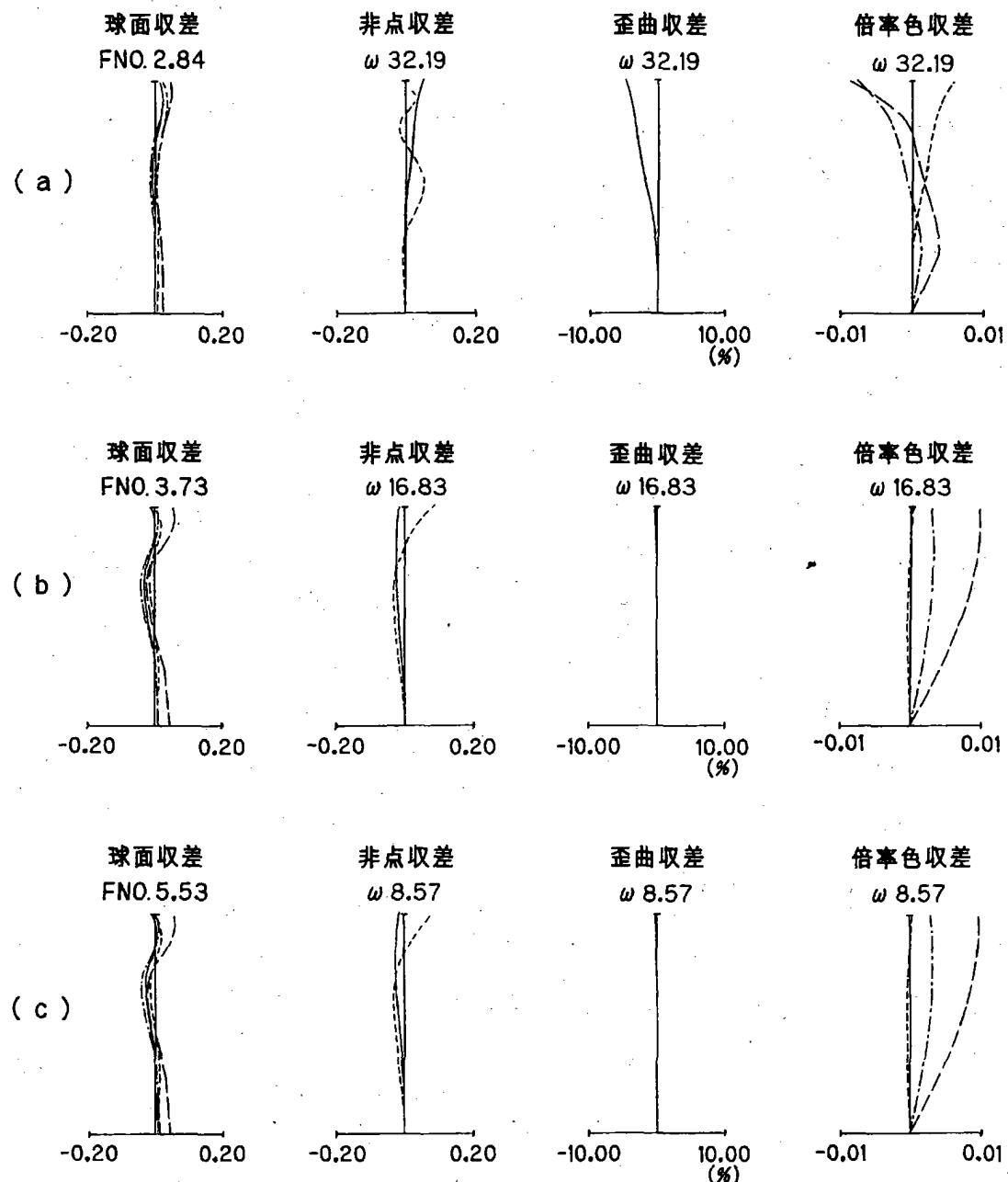
【図13】



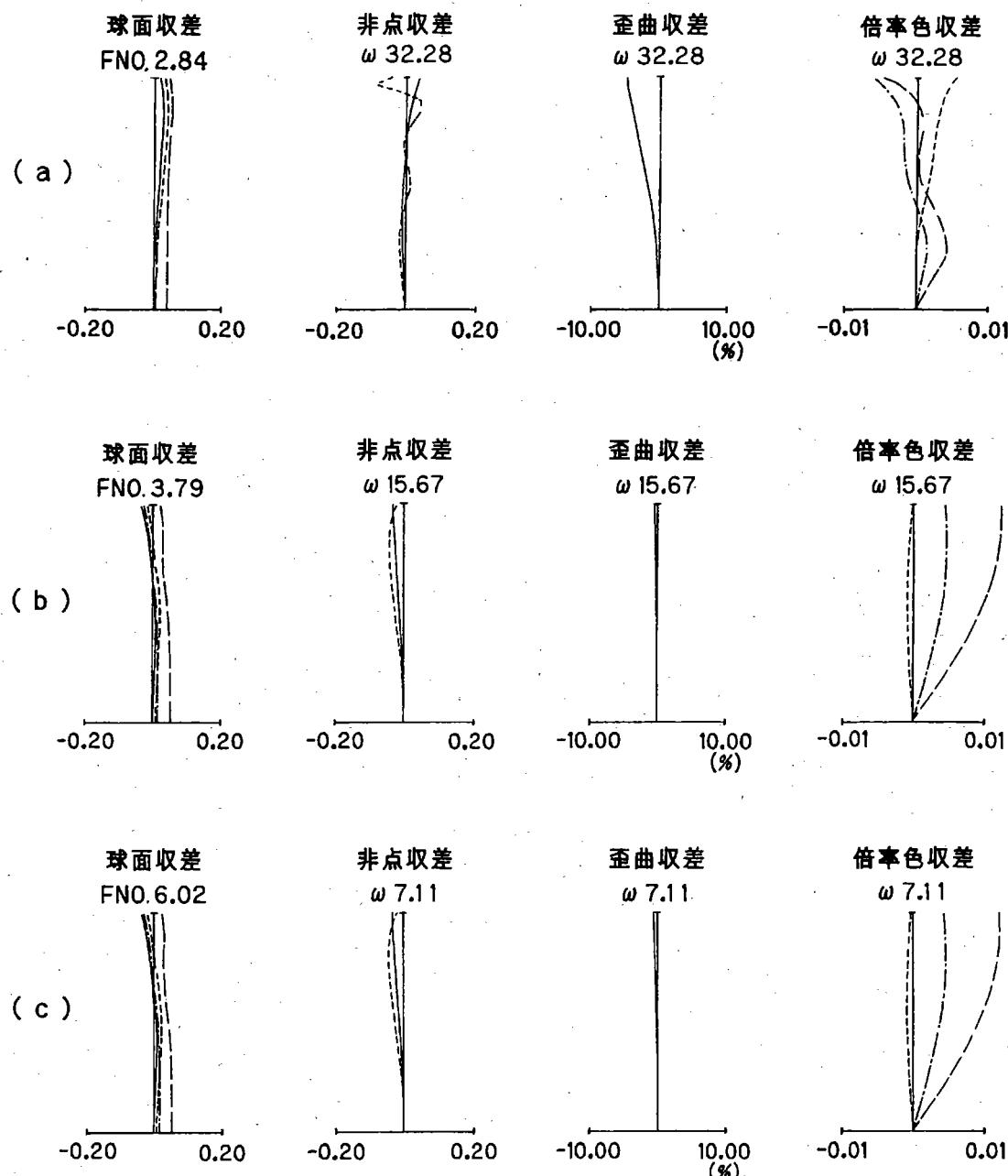
【図14】



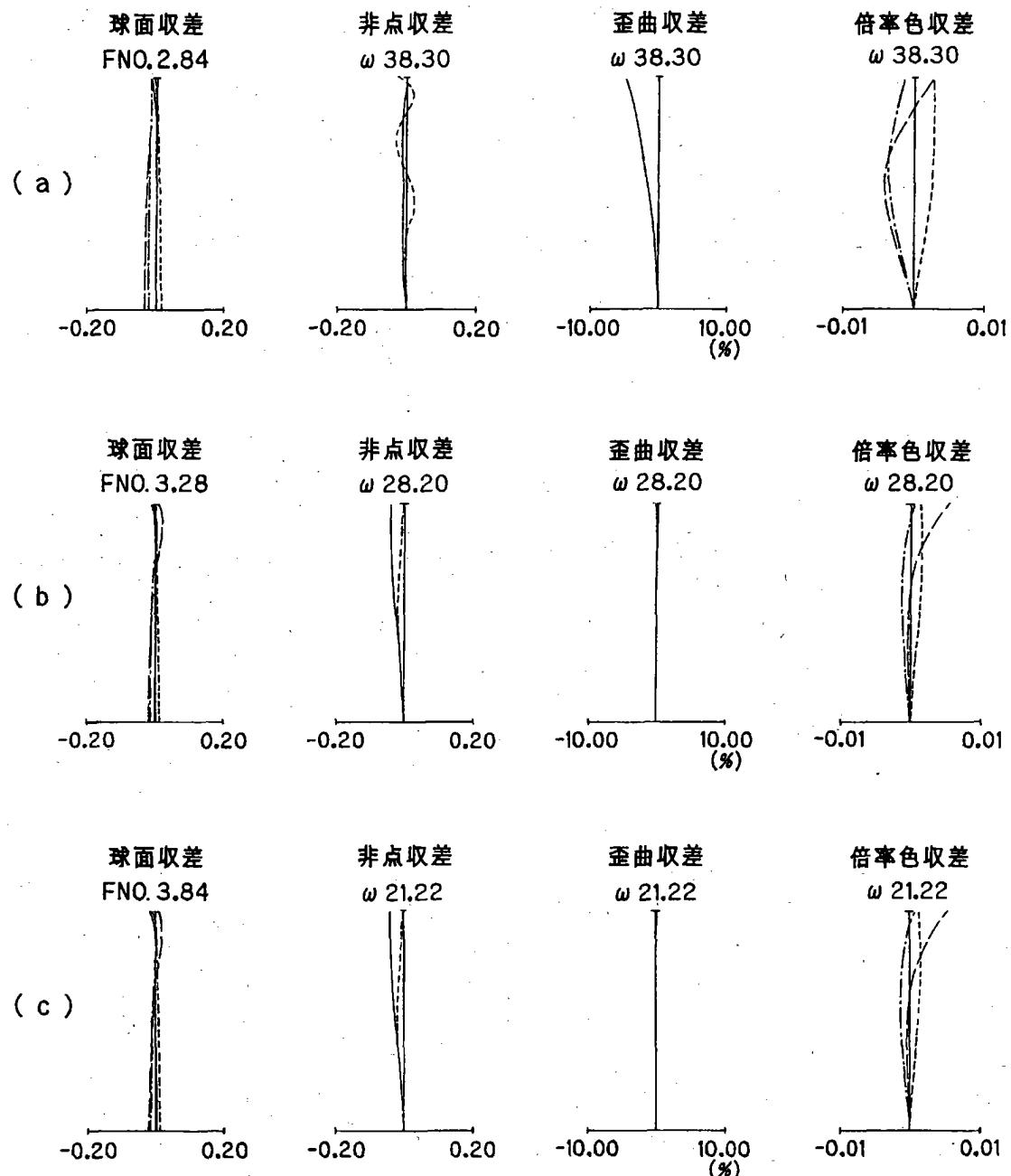
【図15】



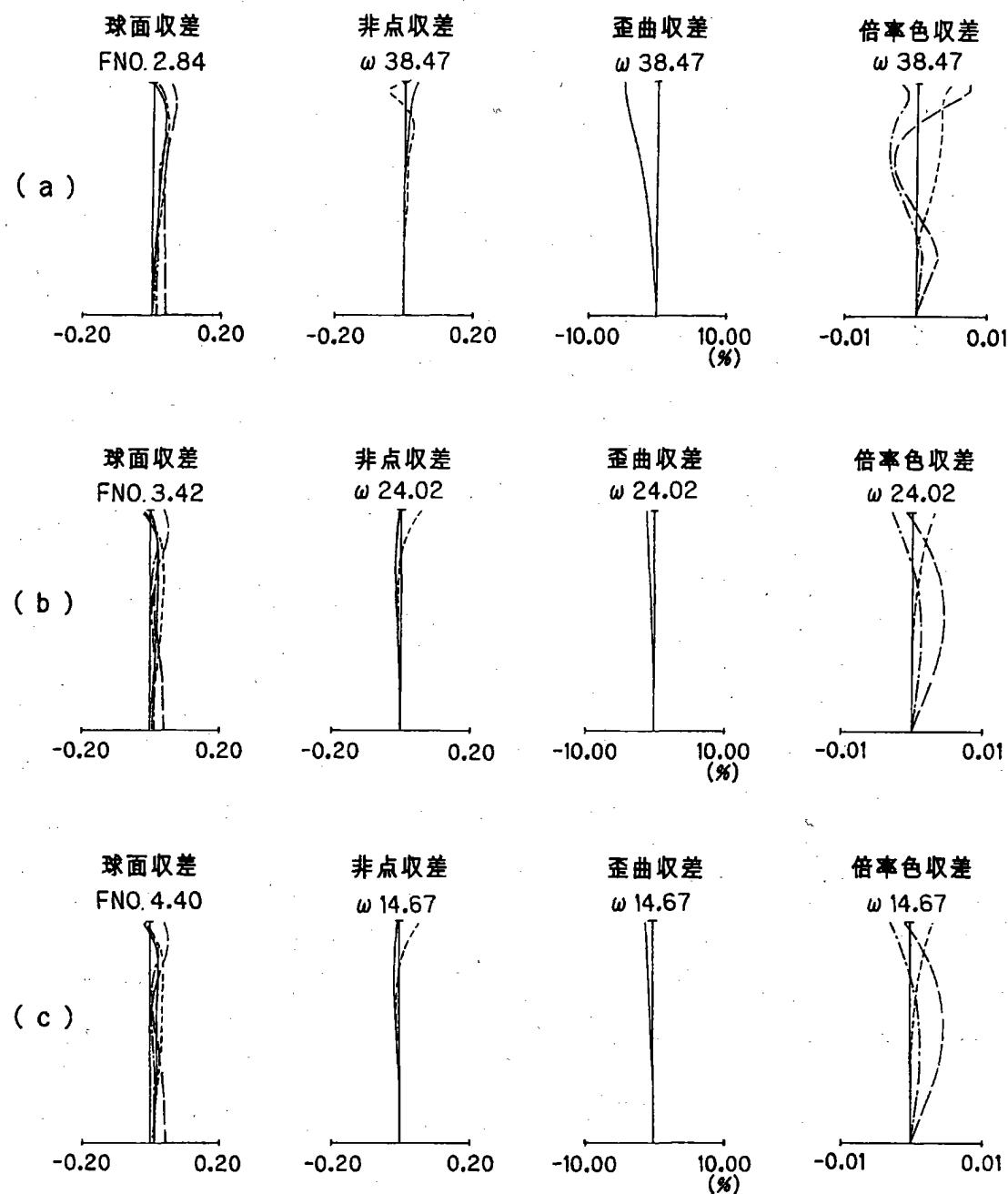
【図16】



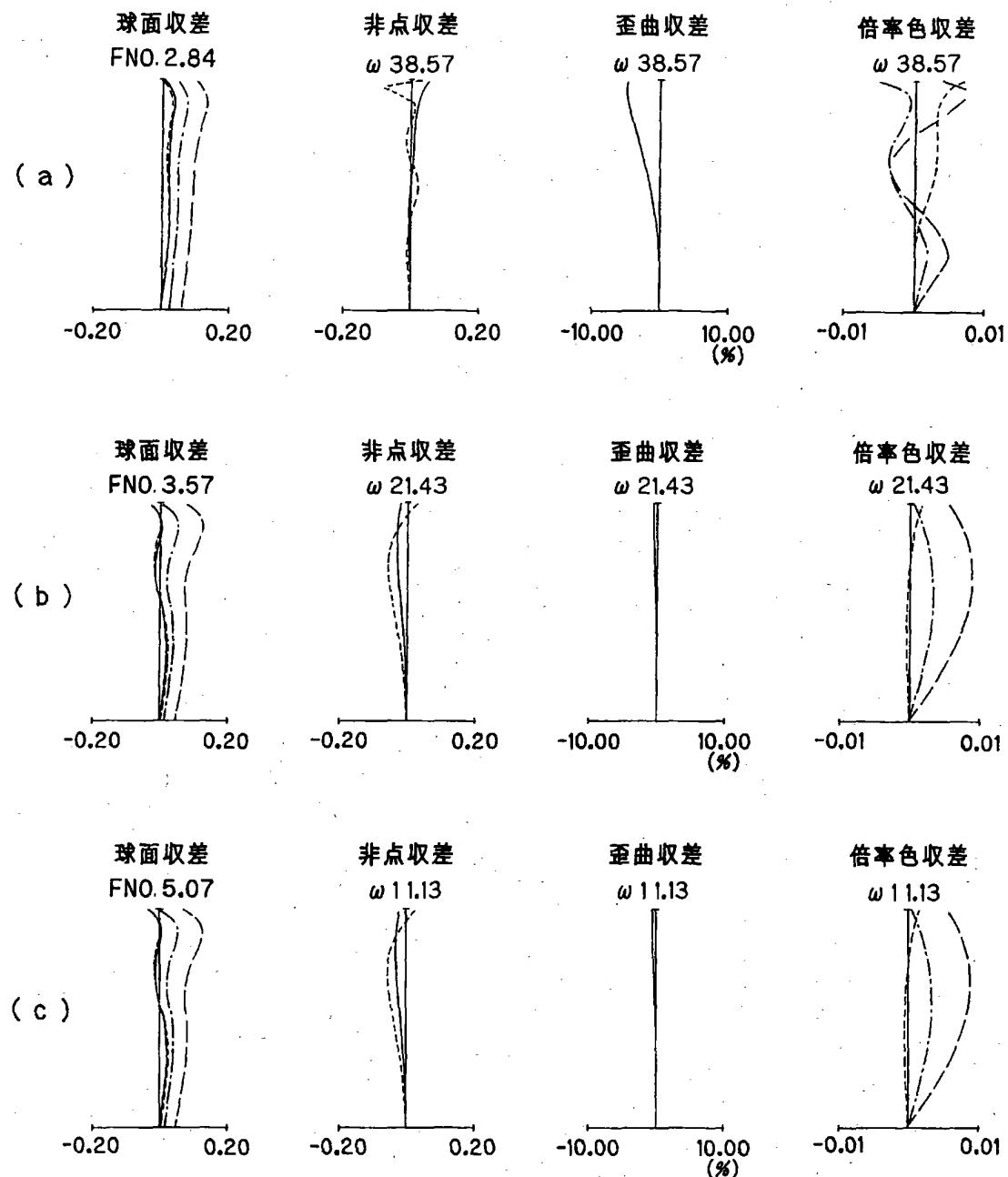
【図17】



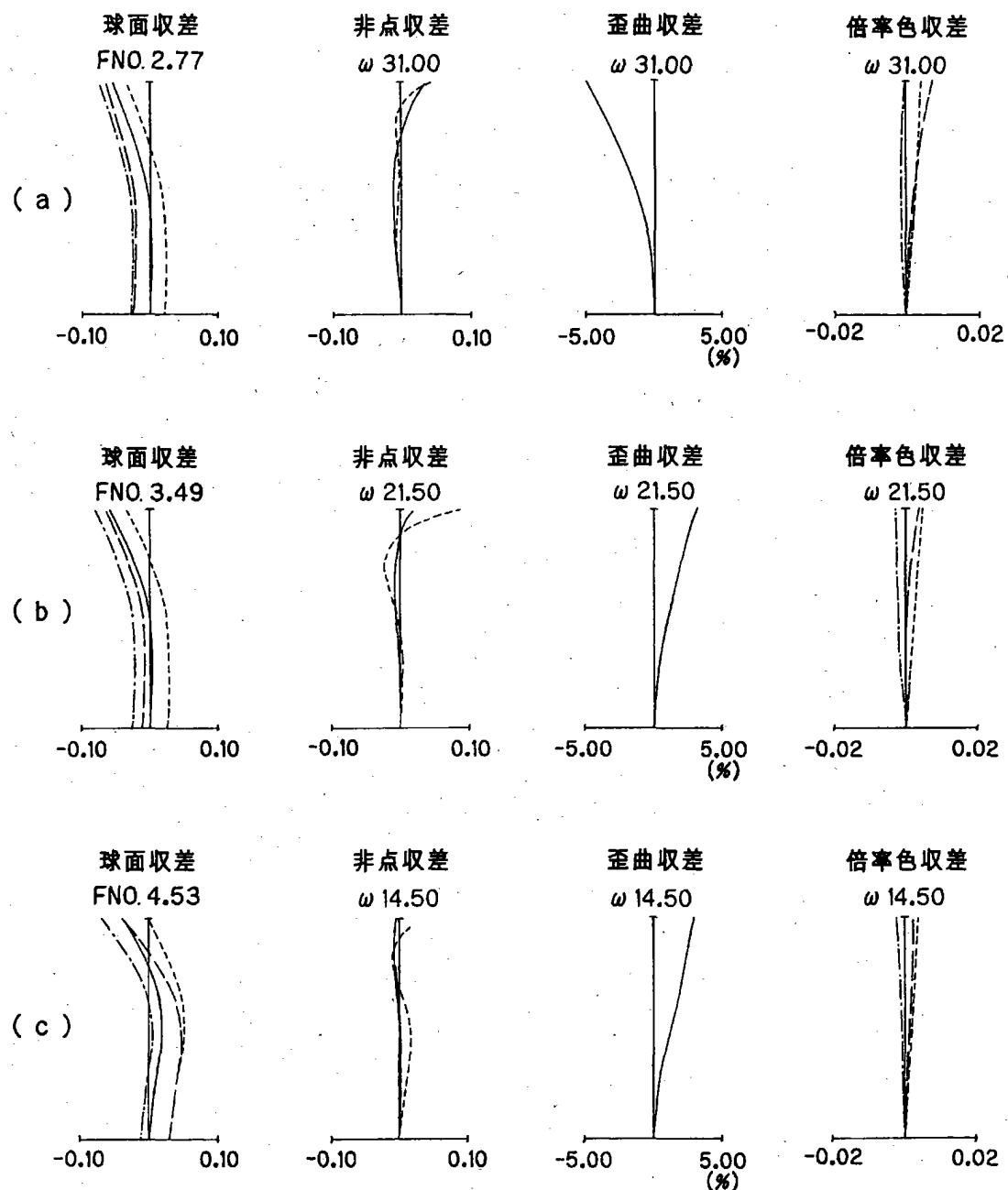
【図18】



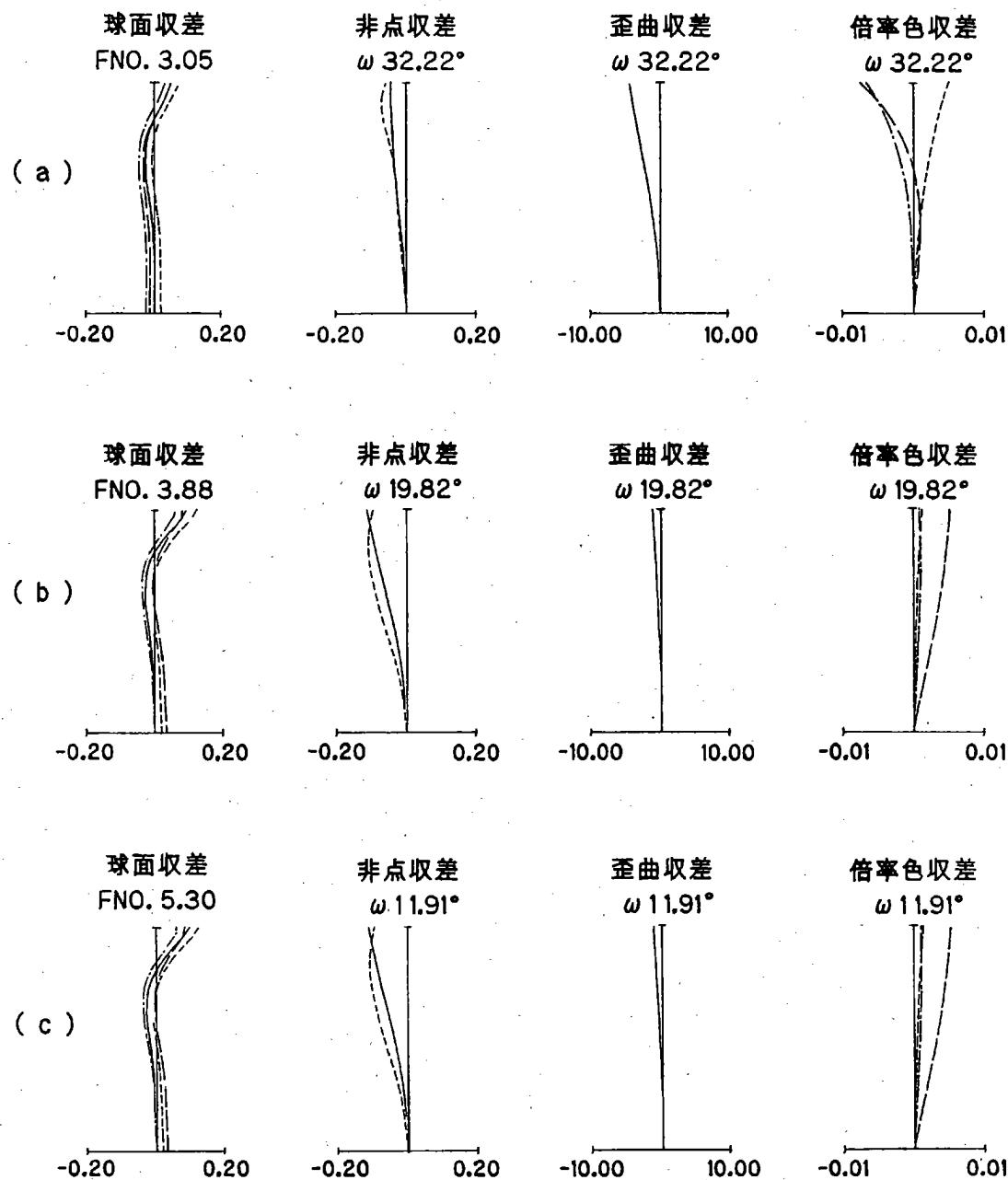
【図19】



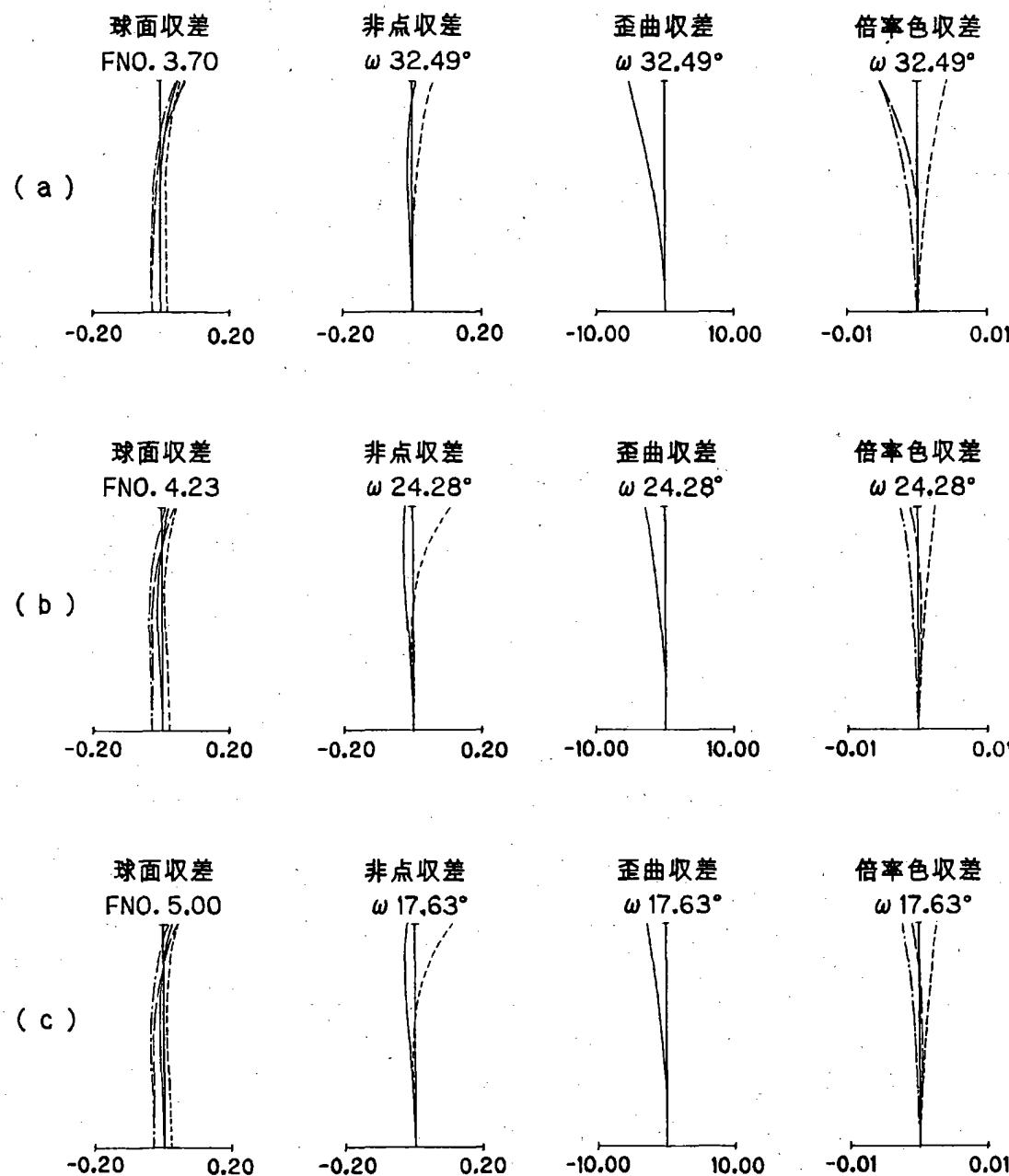
【図20】



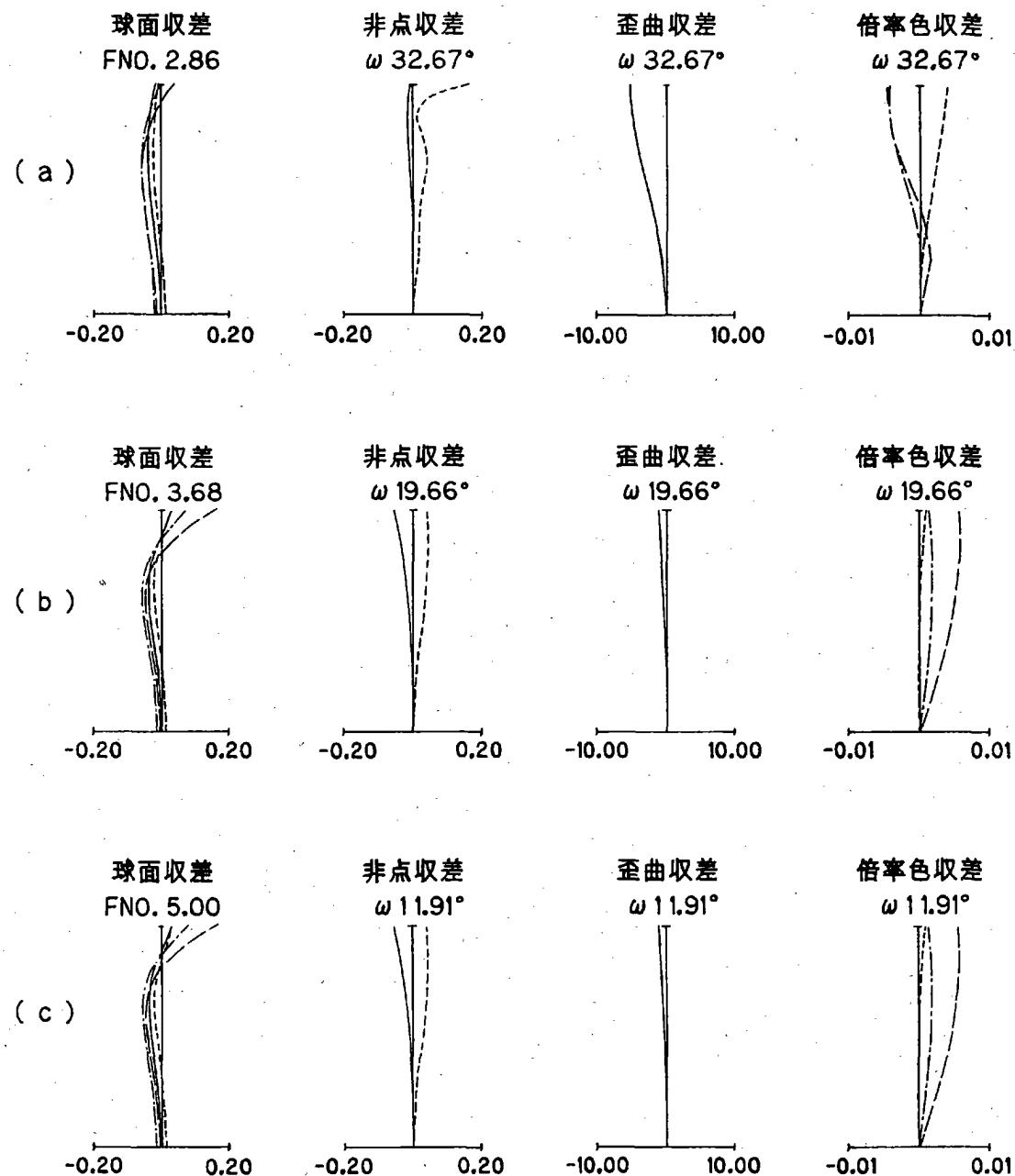
【図21】



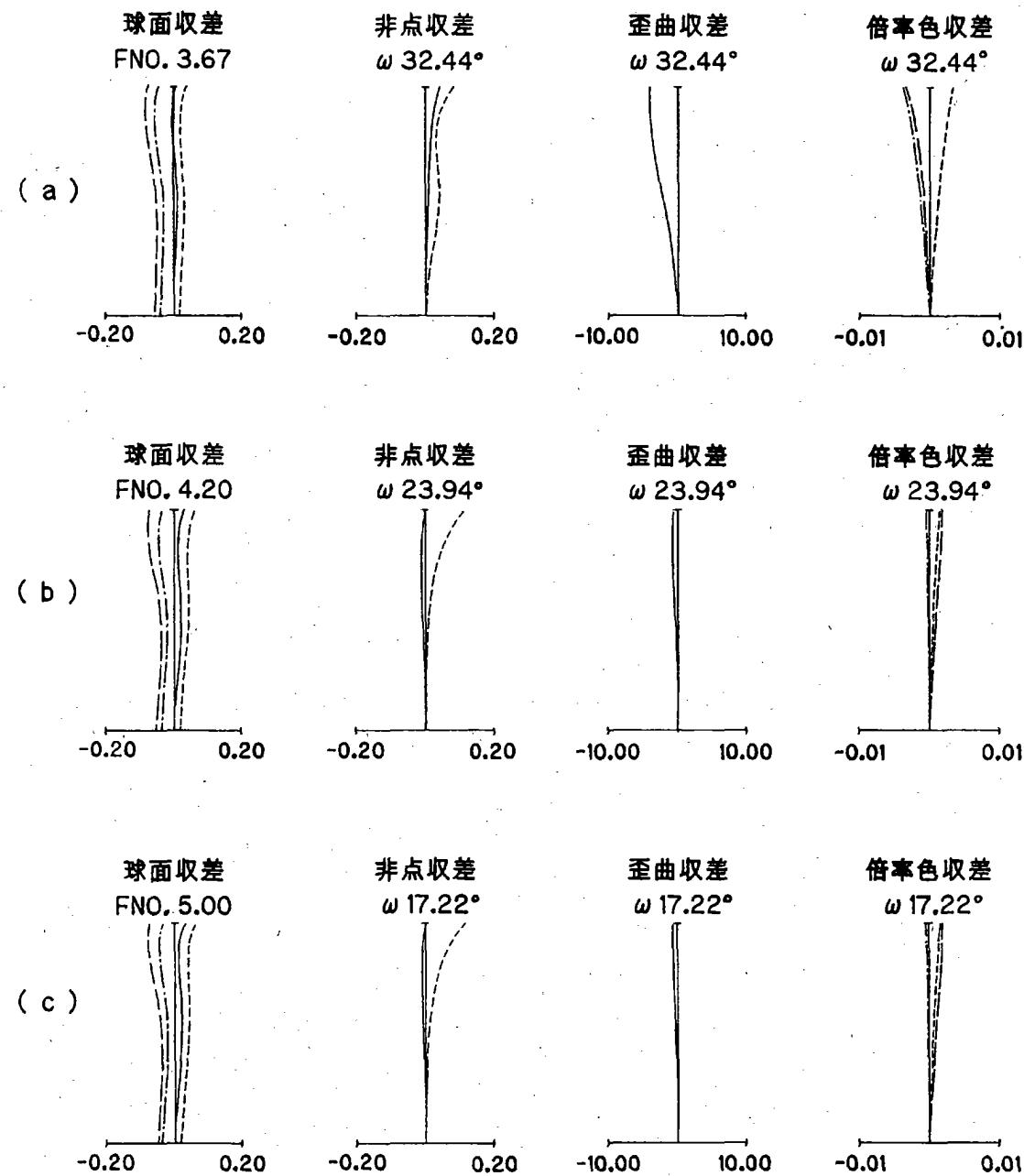
【図22】



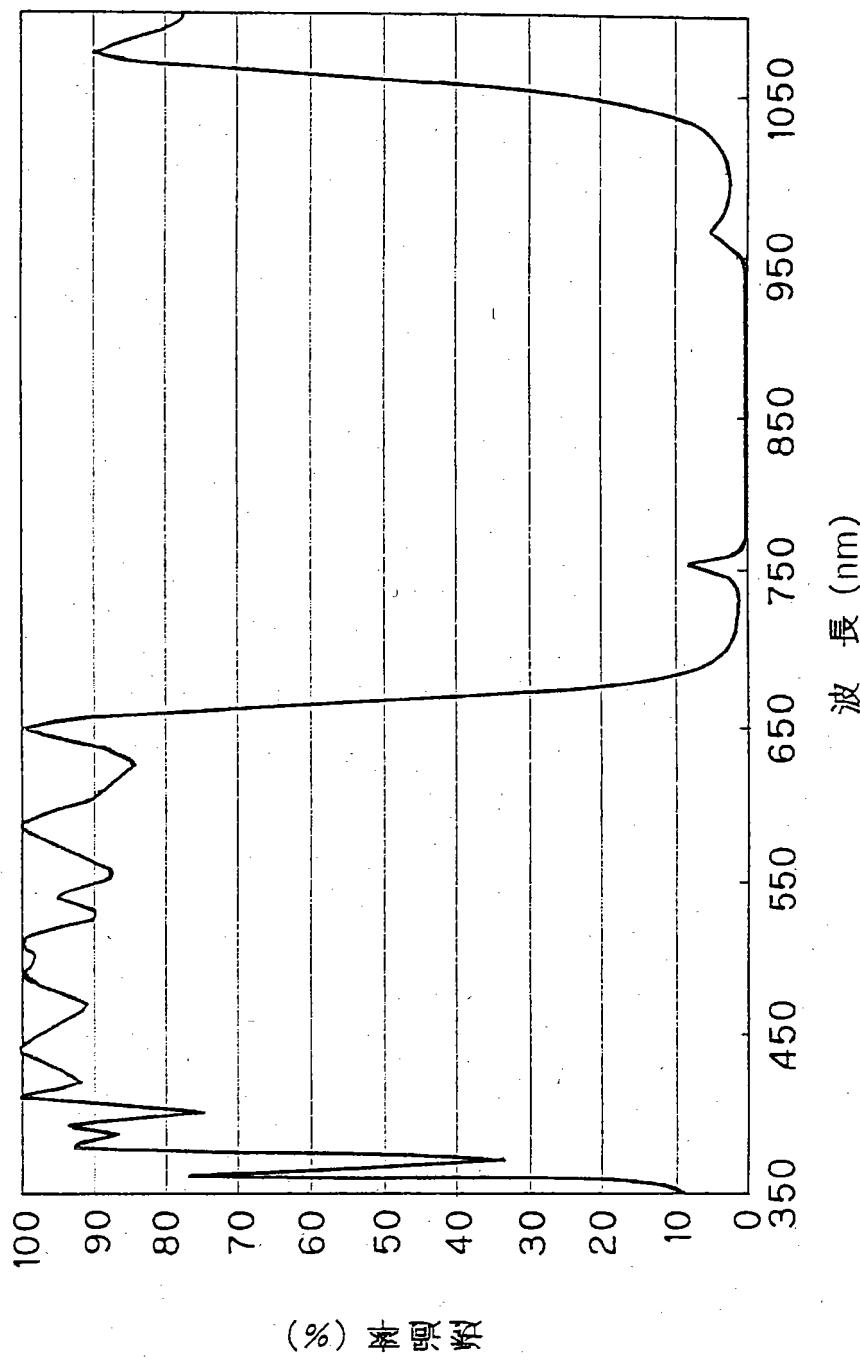
【図23】



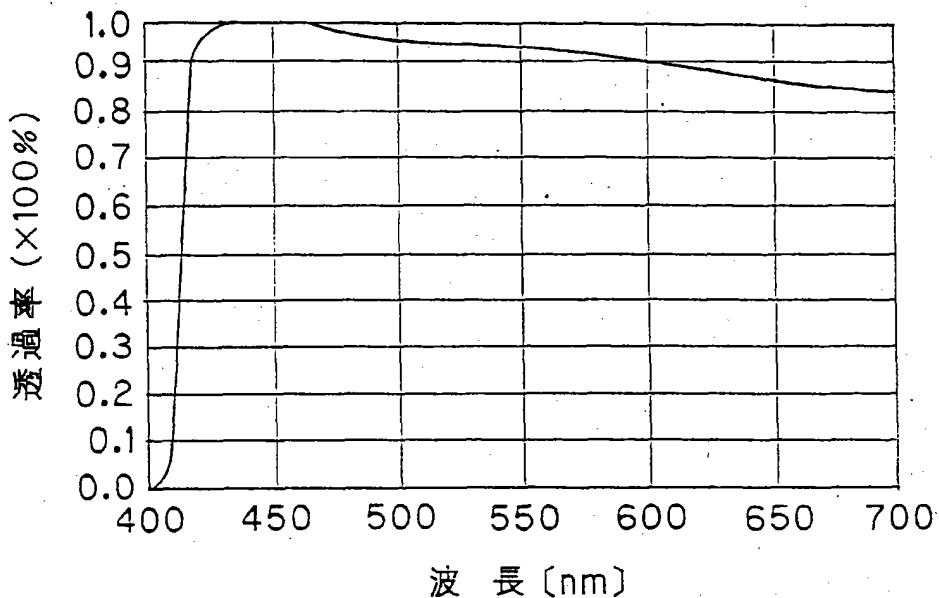
【図24】



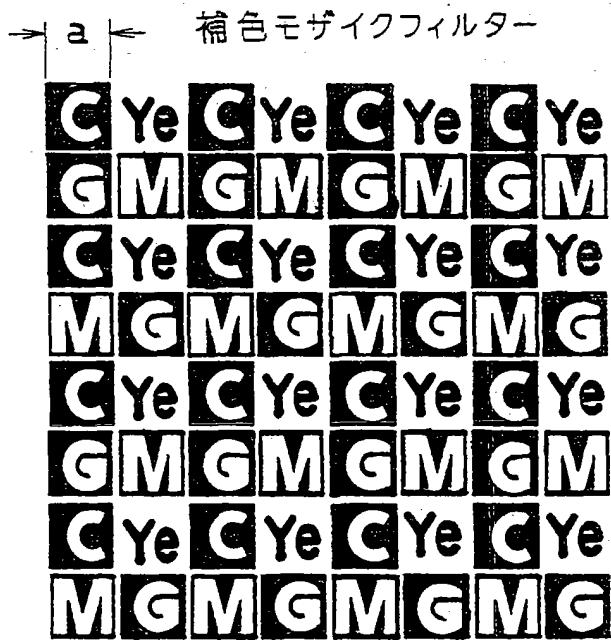
【図25】



【図26】



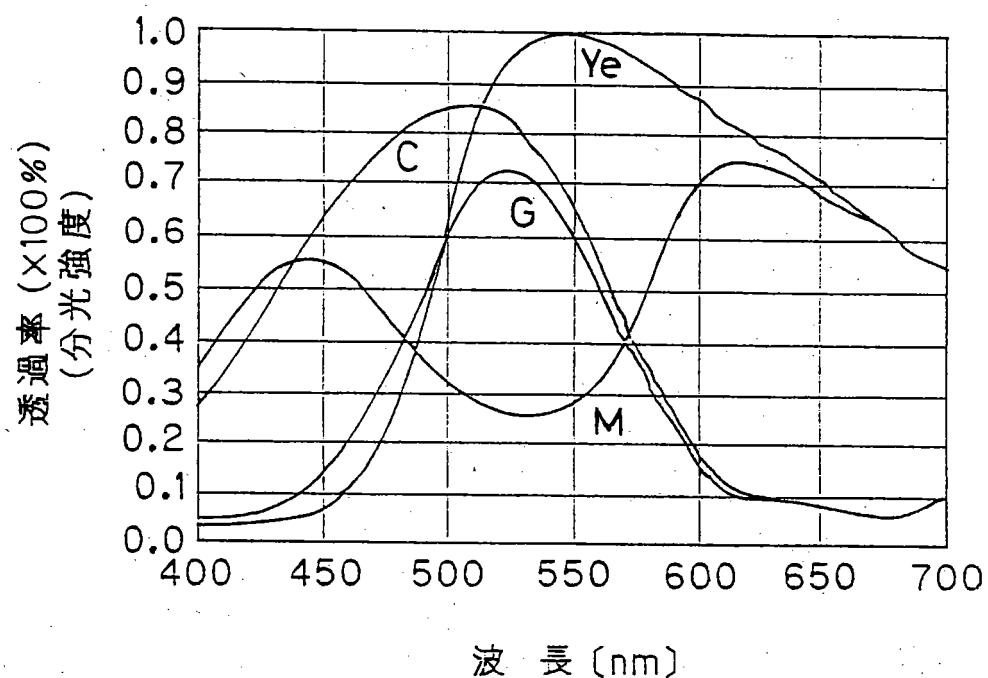
【図27】



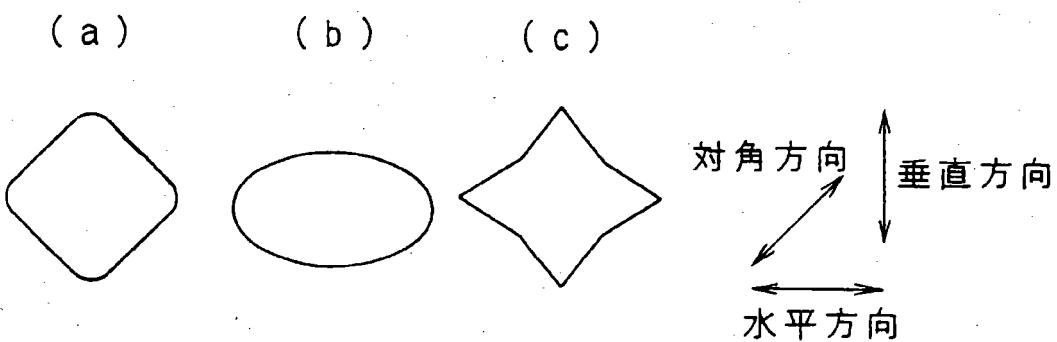
C:シアン M:マゼンタ

Ye:イエロー G:緑

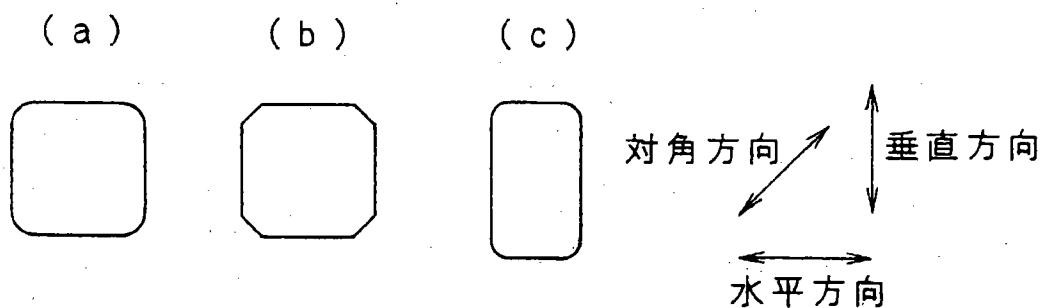
【図28】



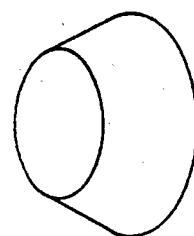
【図29】



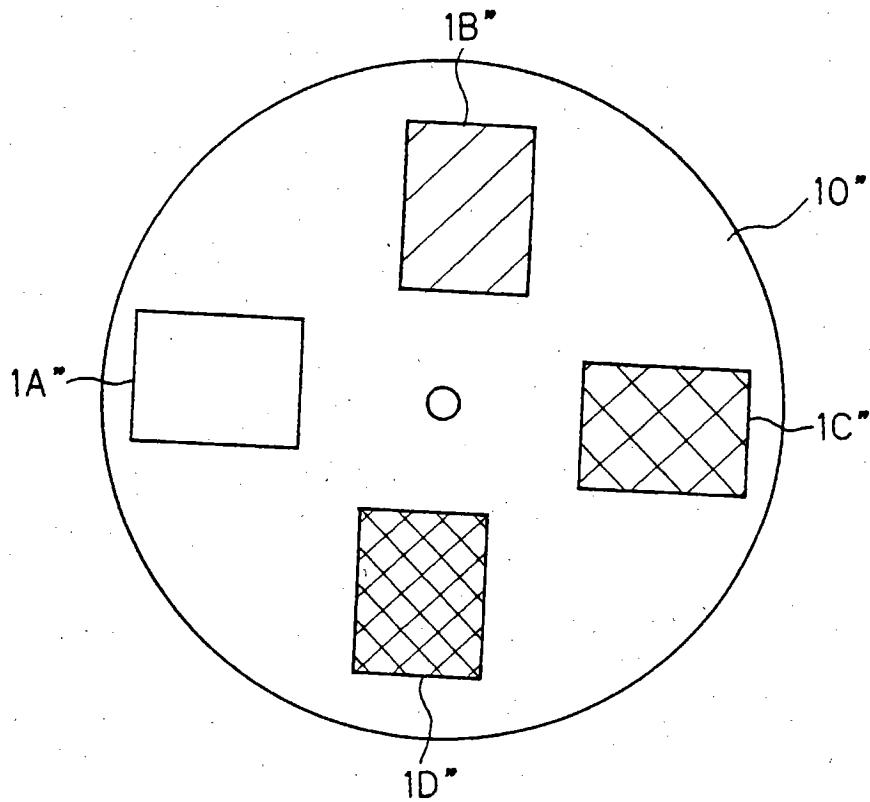
【図30】



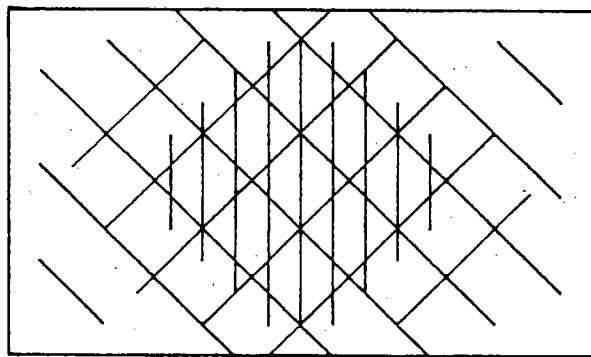
【図31】



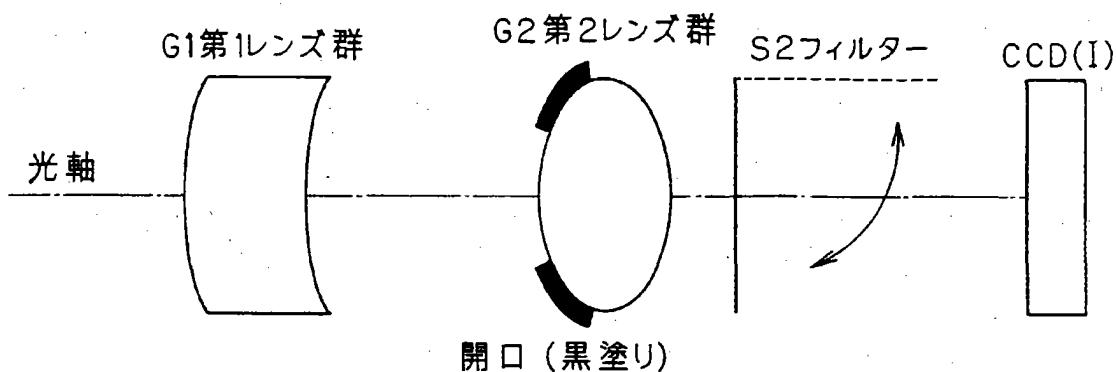
【図32】



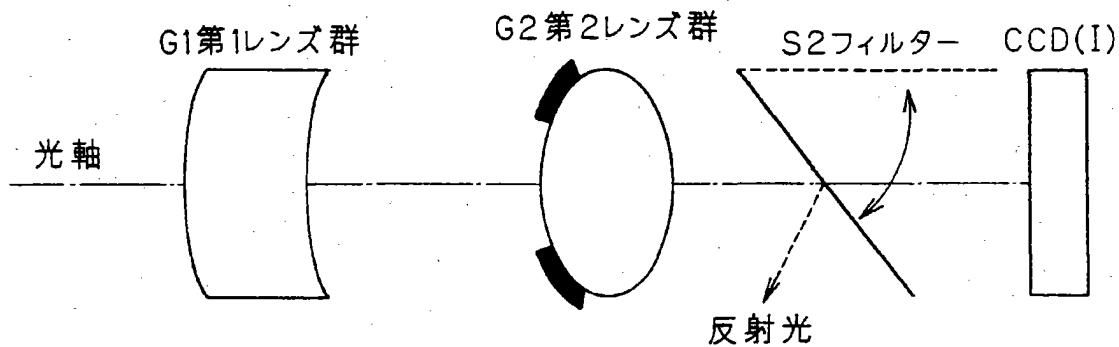
【図33】



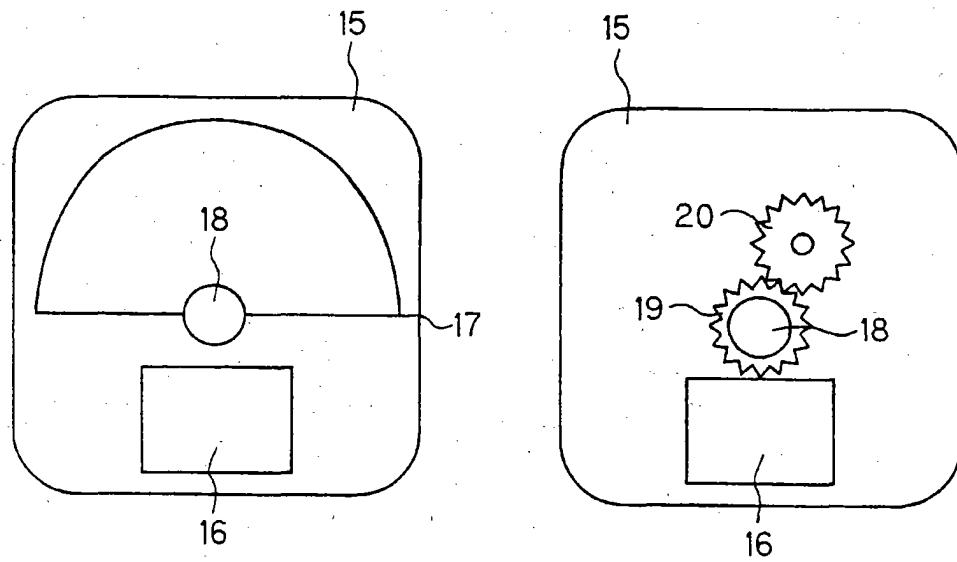
【図34】



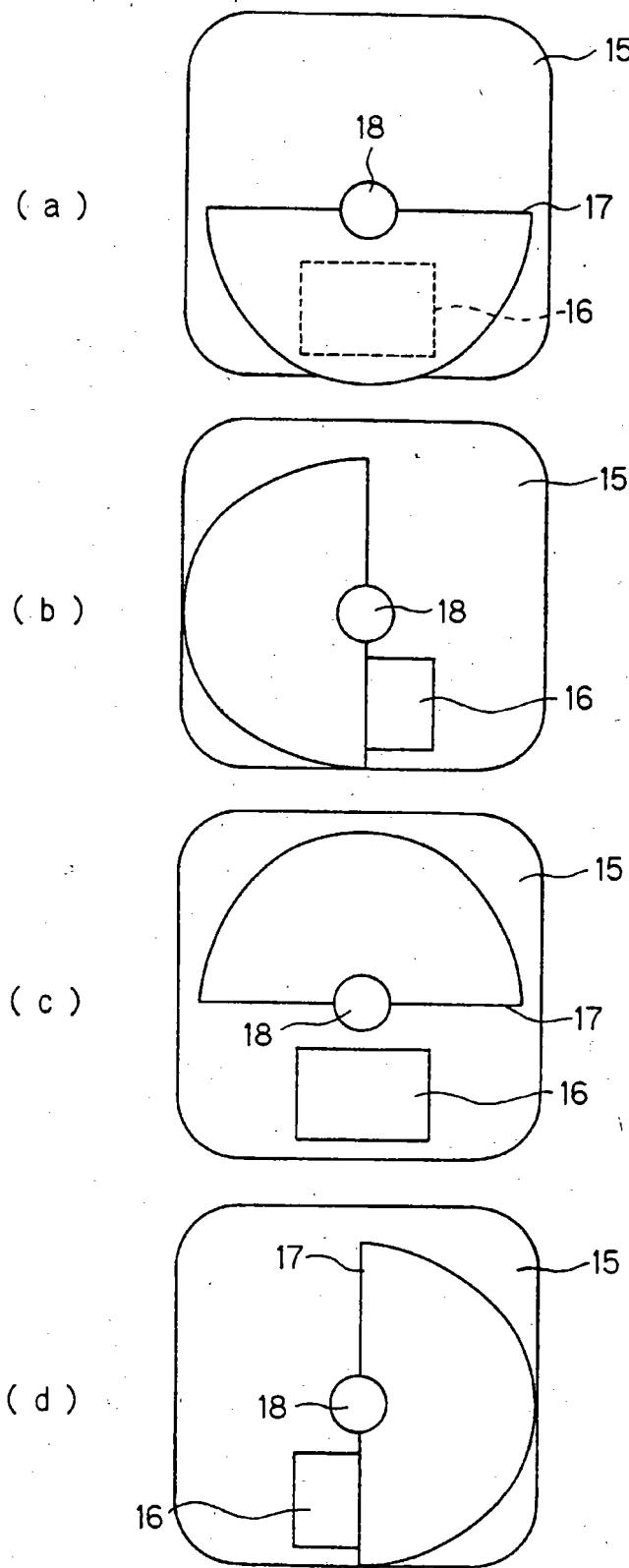
【図35】



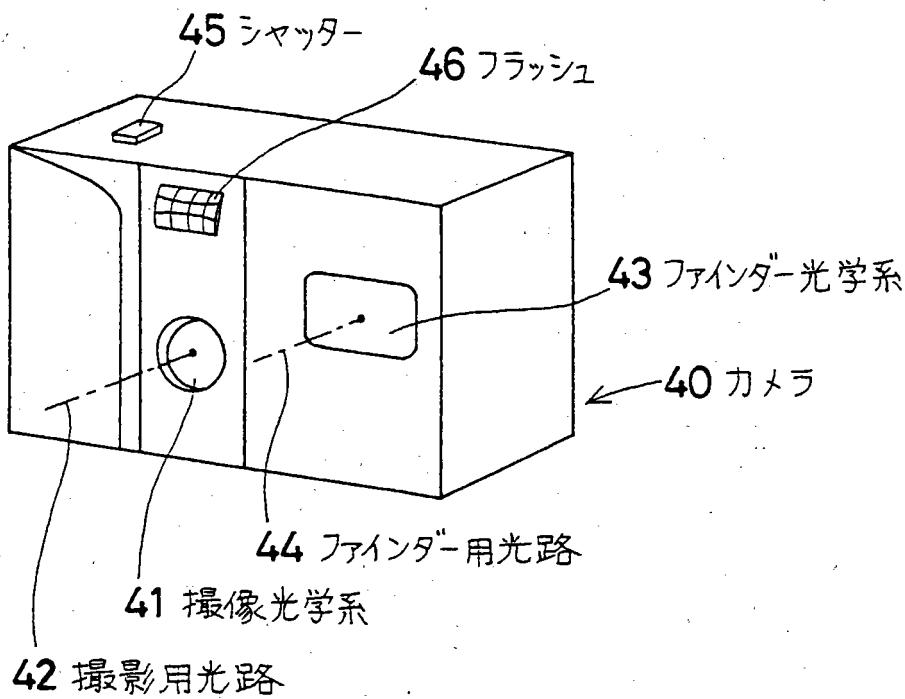
【図36】



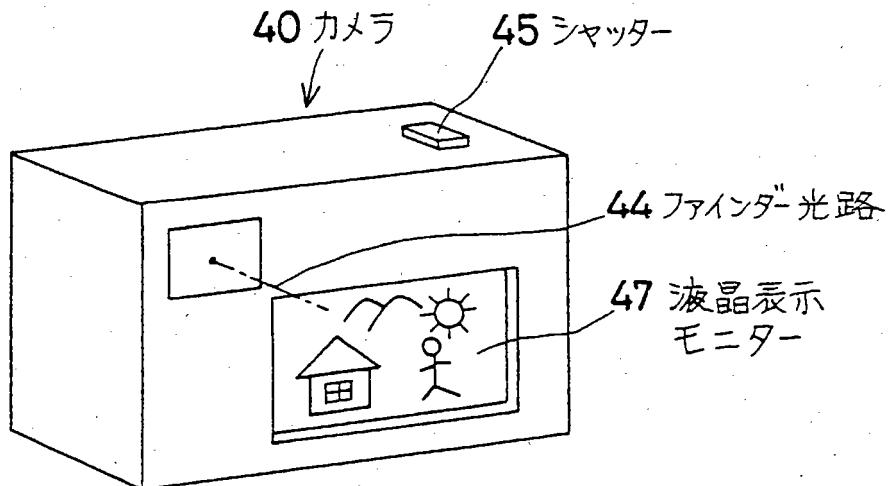
【図37】



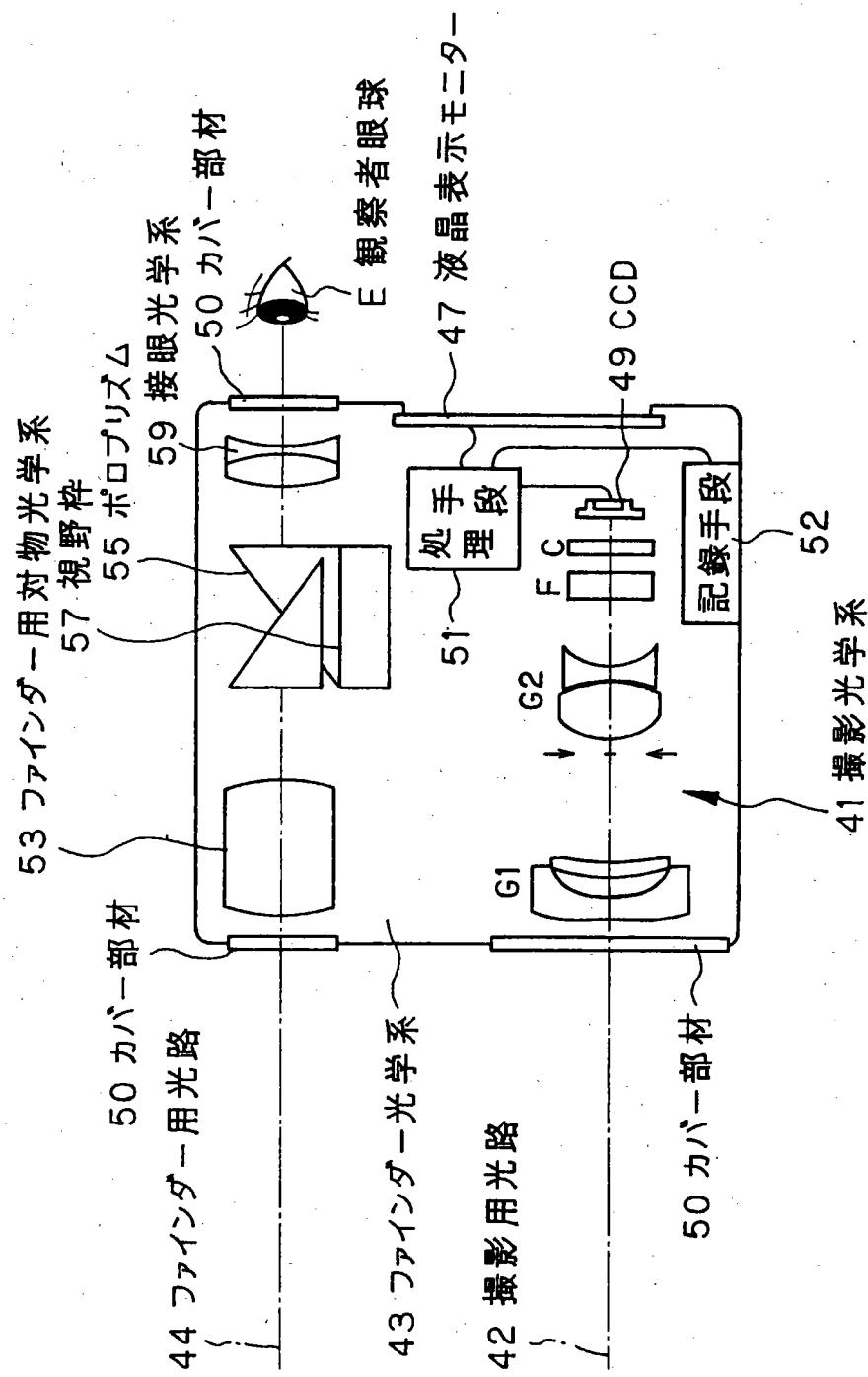
【図38】



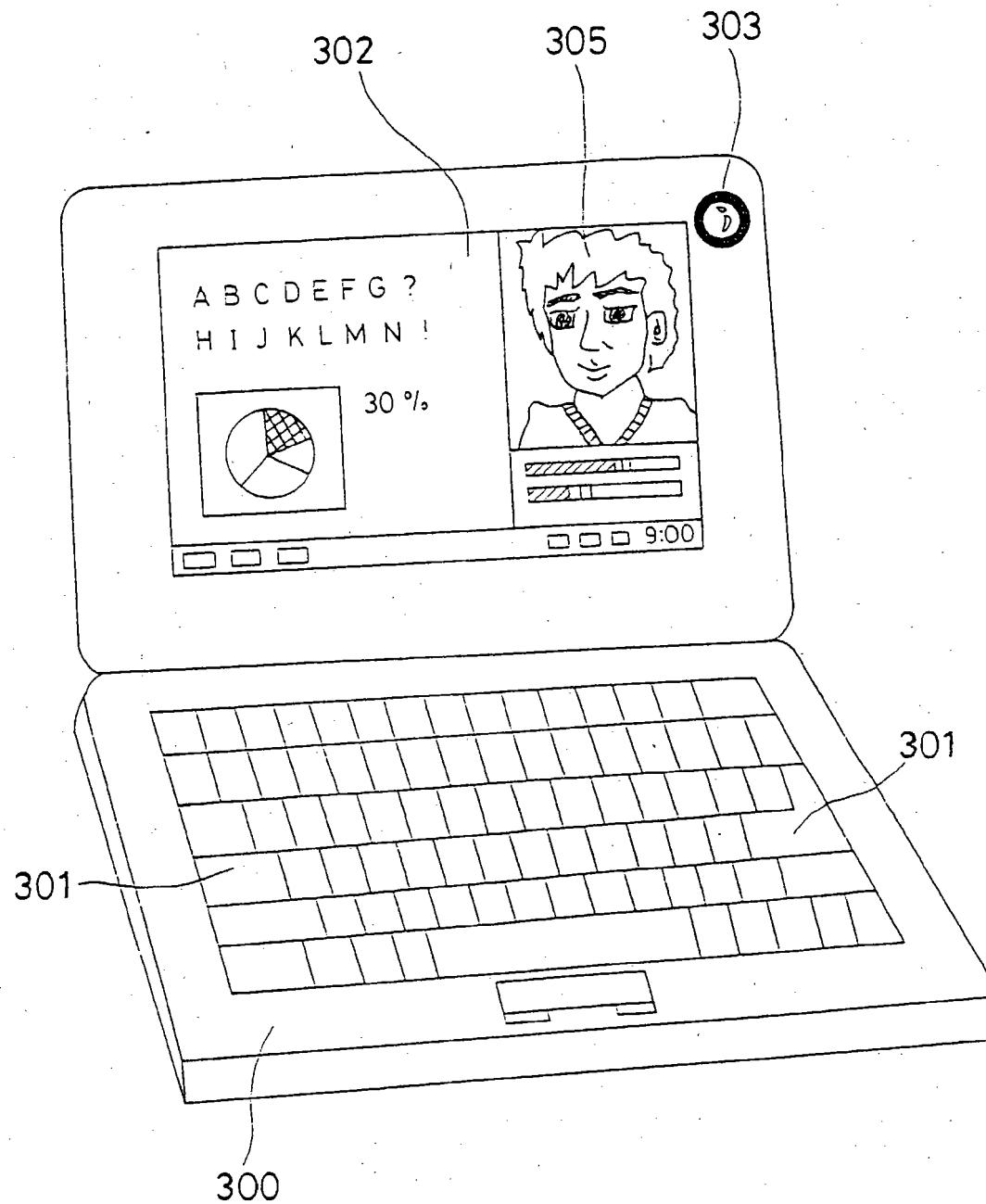
【図39】



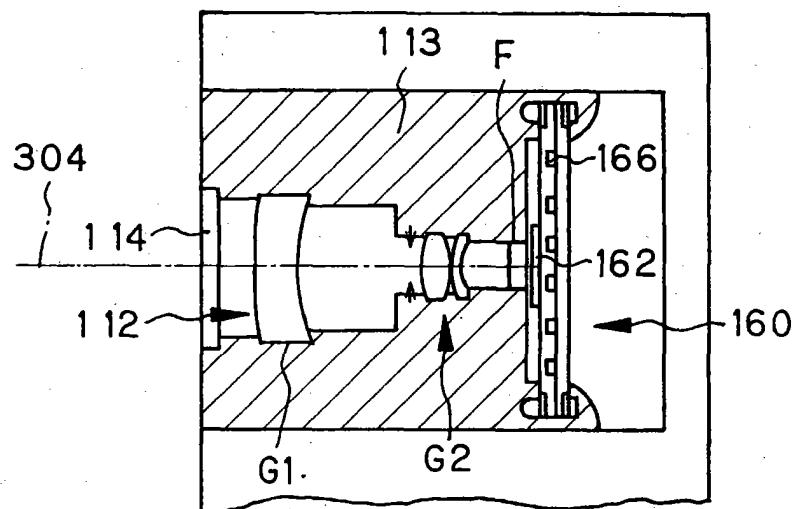
【図40】



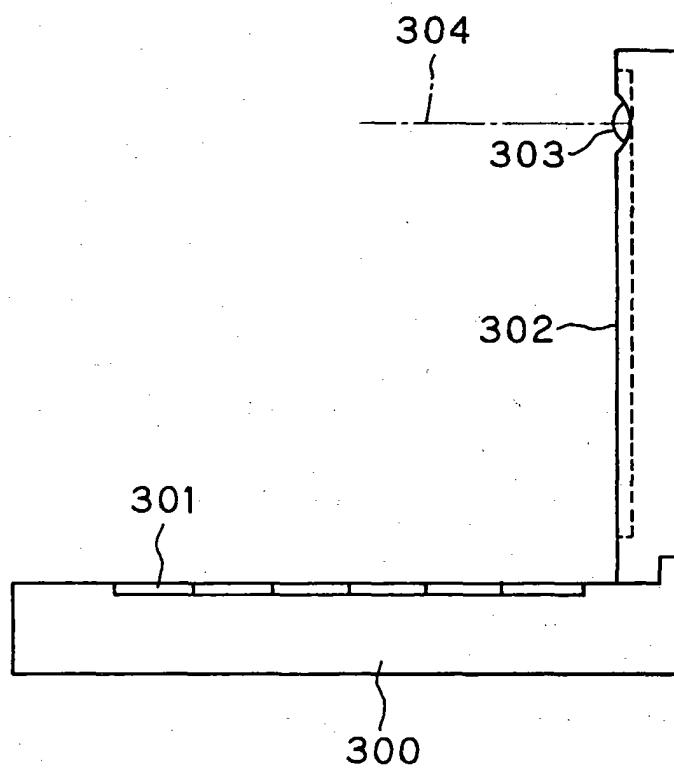
【図41】



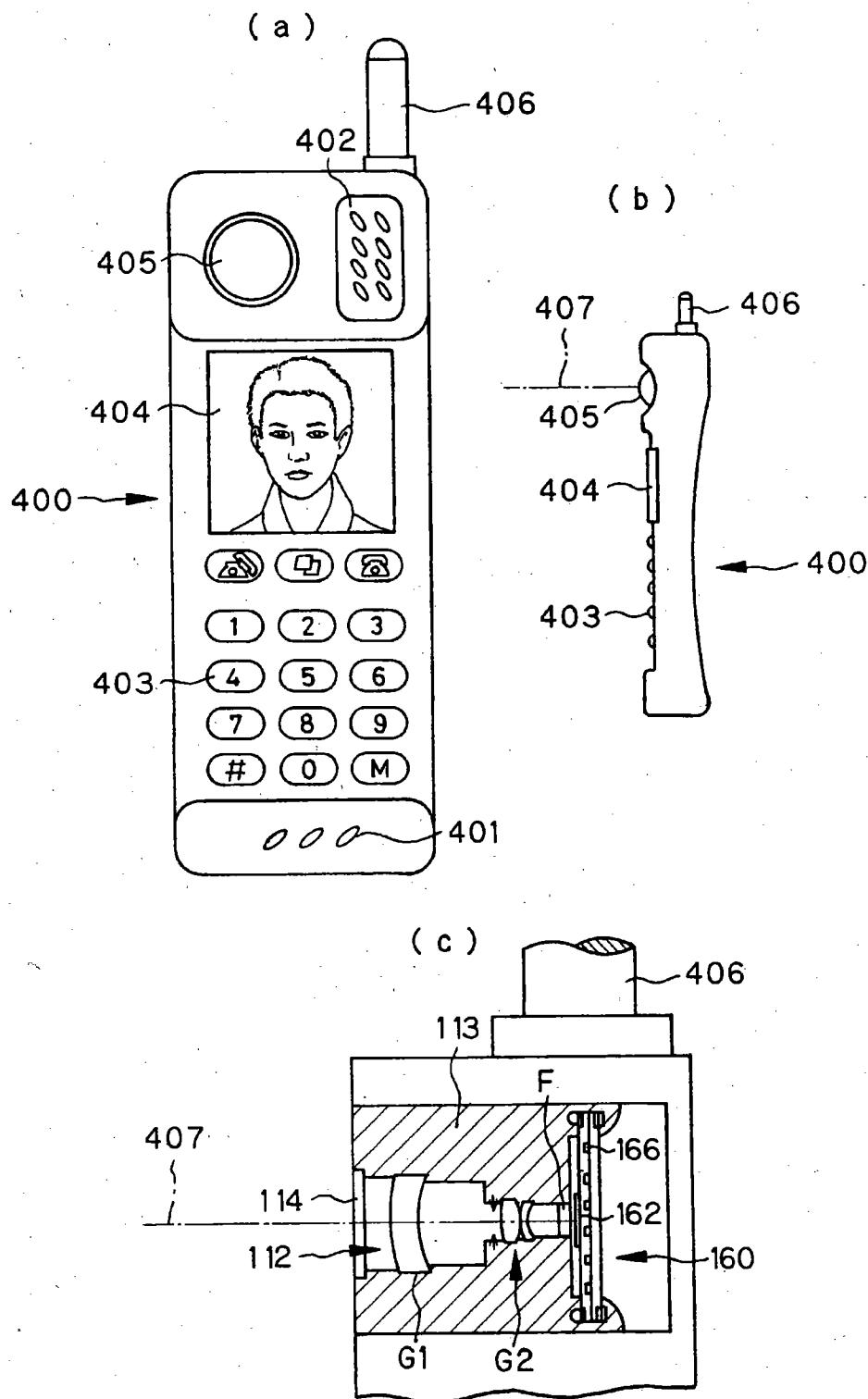
【図42】



【図43】



【図44】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回折の影響を抑えて高画質を保ちつつ光量調整が行え、かつ、ズームレンズの全長の短縮化も可能とした撮像装置。

【解決手段】 各々の間隔を変化させて焦点距離を変更させる複数のレンズ群G₁、G₂と、光路中に配されかつ少なくとも軸上光束径を制限する開口絞りとを有するズームレンズ、及び、その像側に配された電子撮像素子Iを備えた撮像装置において、開口絞りは絞り形状が固定であり、開口絞りが配される空間とは異なる位置の空間の光軸上に、透過率の変更によって光量調整を行うフィルターS₂が配されている撮像装置。

【選択図】 図34

出願人履歴情報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社